

RESUMENES SOBRE TOPICOS  
PRESENTADOS EN EL CURSO DE FRIJOL  
PARA AGENTES DE EXTENSION AGRICOLA  
Y ESPECIALISTAS EN GRANOS BASICOS

AGENCIA DE EXTENSION AGRICOLA  
SANTA ANA

28 AGOSTO - 1<sup>o</sup> SETIEMBRE

1978

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

CENTRO AGRICOLA REGIONAL CENTRAL

ESTACION EXPERIMENTAL FABIO BAUDRIT M.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

RESUMENES SOBRE TOPICOS  
PRESENTADOS EN EL CURSO DE FRIJOL  
PARA AGENTES DE EXTENSION AGRICOLA  
Y ESPECIALISTAS EN GRANOS BASICOS

AGENCIA DE EXTENSION AGRICOLA  
SANTA ANA

28 AGOSTO - 1<sup>o</sup> SETIEMBRE  
1978

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

CENTRO AGRICOLA REGIONAL CENTRAL

ESTACION EXPERIMENTAL FABIO BAUDRIT M.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

## INTRODUCCION E IMPORTANCIA

### DEL FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris)

#### Introducción:

Por José Fernando Araya S.

El frijol es la principal leguminosa que se produce en Costa Rica; además es un cultivo que ocupó el noveno lugar en producción agrícola, en el período 1969-71.

Pequeñas explotaciones, variedades de poca productividad, "tapado" y elevadas pérdidas en cosecha y almacenamiento son la tónica del panorama frijolero nacional.

Estas condiciones en que se encuentra el frijol obligan a elaborar programas coordinados de investigación, transferencia de tecnología, comercialización y consumo para aprovechar y aumentar el potencial frijolero de nuestro país.

#### Importancia:

El principal papel del frijol reside en el hecho de ser la fuente de proteína más barata que se produce en nuestro país. (Cuadro #1).

En Costa Rica el consumo diario de frijol debería ser de 75 gramos por persona para que se lleve satisfactoriamente las cantidades adecuadas de proteína.

Si consideramos que el consumo nacional de 27.300 toneladas métricas por año, con una población de dos millones de habitantes tenemos un consumo por cápita por día de 37 gramos, la mitad de lo recomendable.

De esto deducimos que la producción nacional debería ser 55.000 toneladas métricas lo cual representa un esfuerzo nacional a todo nivel.

El frijol se destaca por el alto contenido de proteínas que oscilan entre 14.5 y 32% dependiendo de la variedad, la zona de cultivo y otros factores, como también por el alto contenido de carbohidratos que fluctúan entre 45 y 70%.

La proteína del frijol es la de mayor valor biológico, entre las leguminosas de grano, después de la soya y las arvejas.

En cuanto a la calidad de la proteína, se considera que el frijol es deficiente en metionina, cistina y triptotano que son aminoácidos esenciales.

El frijol es una excelente fuente de tiamina (vitamina B<sub>1</sub>) y ácido ascórbico (vitamina C.).

CUADRO #1:

COSTO DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE PROTEINA  
EN LA DIETA HUMANA EN COSTA RICA. \*

<u>Fuente</u>	<u>¢/Kgrs.</u>	<u>% Proteína</u>	<u>¢Proteína</u>
Carne de vacuno	18	48.6	37.1
Carne de cerdo	24	47.5	50.50
Carne de ave	16	20.0	80.00
Leche	2.45	3.5	70.00
Frijoles secos	4.80	23.1	21.00

\* Cifras promedio.

En cuanto a calorías por kilogramo, se le considera alta como la obtenida con arroz integral y superior a casi todas las leguminosas de grano. (Cuadro #2).

El 50% de las proteínas de la dieta humana vienen de los granos, principalmente del frijol.

Aproximadamente el 80% de las proteínas y el 90% de los carbohidratos de los granos leguminosos se absorben o digieren.

#### Situación actual del frijol:

Area: En Costa Rica para 1970 el área sembrada de frijol estaba cerca de 35.000 Has.; para bajar en el período 72 - 74 hasta menos de 10.000 Has., luego sube hasta alcanzar el valor de 35.000 Has. debido muy probablemente a la campaña gubernamental de ese año, para bajar luego a 25.000 Has. en 1976 y presentar un ligero aumento hacia 1978. (Gráfico #1).

Precio: Aumenta a partir de 1973 (Gráfico #2).

#### Volumen y valor:

El precio del frijol desde 1966 hasta 1971 osciló de acuerdo al volumen de la producción (Gráfico #3), pero a partir de este último año el precio aumentó lo cual no estimuló la producción ya que ésta sólo aumentó muy ligeramente. (Gráfico #3).

#### Producción de frijol:

La producción de frijol en el período 65 - 70 presenta un ligero descenso en la producción como producto muy probablemente de una reducción de las áreas dedicadas a este cultivo y además a los bajos rendimientos obtenidos.

Entre los años 70 - 74 un ligero aumento en la producción (16.000 T.M) es característico, para luego mantenerse más o menos estable en el período 74 - 78. Es de notar aquí que la campaña 74 - 75 para lograr un incremento en la producción de frijol no logró su objetivo, según nos muestra el Gráfico #4.

#### LITERATURA CONSULTADA:

1. Jiménez Saén Eduardo. Comentarios sobre la Producción de Frijol-Común (*Phaseolus vulgaris* L.) Agronomía Costarricense 2(1): 103 - 108, 1978.
2. Orozco S. S.H. El cultivo de Frijol en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, Colombia 1974.
3. Habitat, Mario A. La Necesidad de aumentar la producción de leguminosas alimenticias. F.A.O. Santiago de Chile-1977.

CUADRO #2:

ANALISIS BROMATOLÓGICO \* DEL FRIJOL

<u>Sustancia</u>	<u>%</u>
Agua	12.6
Proteína	22.5
Carbohidratos	59.6
Grasa	1.8
Fibra Cruda	4.4
Cenizas	3.5
Calorías (1 kilogramo)	3.34
<hr/>	
Principios digestivos nutritivos.	
Totales	77.8
<hr/>	

\* Composición nutricional.

## ORIGEN Y CLIMA EN FRIJOL

Por: Ing. Rodrigo Alfaro M.  
Departamento de Agronomía  
Ministerio de Agricultura y Ganadería.

El frijol es originario de América, de la región contemplada desde el sur de México, Guatemala hasta el Altiplano Andino. (En Perú se encontraron semillas que dotan desde 7.500 años antes de Cristo). Otros autores consideran que es nativo de América Central desde donde se extendió a la América del Norte y Sur.

### 1. Clima para la producción de frijoles.

Aunque en Costa Rica no existen grandes extensiones con topografía, suelo y clima óptimos para el cultivo de frijoles, se siembran desde el nivel del mar hasta los 2.000 metros, sin embargo las cosechas más satisfactorias se obtienen desde los 100 a 1.600 metros.

#### 1.1. Temperatura.

Es uno de los factores climáticos que más afectan el cultivo de frijol; se menciona que el mayor número de flores y vainas se obtienen con temperaturas nocturnas y diurnas de 21 y 29.5 C respectivamente, pero diversos autores coinciden en señalar que el rango óptimo para el desarrollo en regiones tropicales corresponde a valorar promedios que oscilan entre 18 y 24 C. Temperaturas superiores interfieren en la fructificación; mientras que menores retardan el crecimiento.

#### 1.2. Precipitación.

En relación a los requerimientos de agua, el frijol se desarrolla bien en regiones con 500 a 2.500 mm de lluvia anuales. Se indica que una buena cosecha se puede obtener con 300 a 400 mm uniformemente distribuidos. Se puede concluir que la falta de agua durante la floración y desarrollo de las vainas es un factor crítico que afecta seriamente los rendimientos pues durante este período es cuando ocurre la mayor absorción de nutrientes. Respecto al efecto de la falta de humedad durante la fase vegetativa, no hay concordancia entre los investigadores pues mientras que en Europa los estudios han mostrado reducción del crecimiento vegetativo pero sin afectar los rendimientos, en Estados Unidos las experiencias sí han encontrado reducciones en la producción.

#### 1.3. Fotoperiodismo.

Según Allard y Zauneyer la mayoría de las variedades responden particularmente a días cortos o son fotoperiódicamente neutras por lo que, en el caso de variedades tropicales, el fotoperiodismo no debe considerarse como un problema importante.

#### 1.4. Humedad relativa.

Los diferentes rangos de humedad relativa no son significativos para el crecimiento y producción de frijoles siempre que éste disponga de suficiente humedad en el suelo.

### 1.5. Viento.

Este elemento disminuye el crecimiento y desarrollo de las plantas. - Skidmore indica que el viento causa daños mecánicos y desecación de las hojas y este efecto es más destructivo en las plántulas especialmente - cuando el viento tiene velocidades mayores de 32 km/horas.



## Crecimiento y desarrollo del frijol común

Ing. Rodolfo Araya V. \*

### Germinación:

Cada especie de semilla debe absorber una determinada cantidad de agua antes de que inicie la germinación. Esa cantidad de agua depende de la estructura y composición de la semilla y en el caso del frijol común es del 70%.

La primera evidencia visible de la germinación en el frijol es la ruptura de las cubiertas por la punta de la raíz cuyo vértice emerge como resultado del crecimiento del hipocótilo. Las células del vértice de la raíz y del hipocótilo comienzan a dividirse y su continuo desarrollo origina que la raíz se entierre y el hipocótilo con los cotiledones salgan al aire. Esta germinación se denomina epigea debido a que el hipocótilo se alarga para emerger arriba de la tierra y aparece como una U invertida que luego se va estirando y saca arriba del suelo a los cotiledones y comunmente a los restos de la cubierta degenerada de las semillas. Los cotiledones se hacen ligeramente verdes y pueden llevar a cabo una pequeña cantidad de fotosíntesis pero pronto se caen, su función básica es la de almacenamiento de alimentos y protección del hipocótilo durante la germinación.

### Etapa vegetativa:

Podemos definirlo como la etapa de crecimiento en la cual hay un aumento de los tallos, ramas peciolos y hojas. En particular nos referimos al desarrollo del área foliar y la tasa de aparición de las hojas, que son los que van a proporcionar la fuente de fotosíntesis o base del rendimiento final.

**Desarrollo del área foliar:** El desarrollo del área foliar o área de fotosíntesis difiere en forma notable entre las variedades arbustivas y las de guña o trepadoras.

Las segundas producen hasta un 40% más del área foliar total en relación a las primeras.

El ritmo de crecimiento es lento para este parámetro, en los primeros 10-15 días después de la emergencia y llega a su máximo desarrollo poco antes de que se inicie el aumento rápido en peso de los granos.

Las vainas en desarrollo atraen todo el material del resto de la planta causando una senescencia de las hojas por lo que si dichas vainas se remueven de la planta las hojas permanecen verdes por un período más largo, antes de envejecer finalmente. Así el alto rendimiento de las variedades de guña está íntimamente asociado a la más larga duración del área foliar.

\* Encargado del Programa de Leguminosas de Grano; Universidad de Costa Rica

**Aparición de hojas:** La frecuencia de aparición de hojas en el tallo principal es una buena indicación del desarrollo de las plantas y con ello podemos diferenciar en parte a los tipos de crecimiento que existen entre variedades como son las arbustivas, semigufa y de gufa.

Las arbustivas detienen el desarrollo de las hojas en el tallo principal una vez llegado a floración con lo cual el desarrollo de nudos en el tallo principal es reducido pero, todos los de crecimiento indeterminado o sea los semi-gufa o de gufa continúan produciendo nudos y hojas en el tallo principal después de floración.

**El órgano vegetativo:** El crecimiento del órgano vegetativo, tomando en cuenta todos sus componentes, llega hasta cerca del 50% después de la floración en las variedades arbustivas pero este porcentaje se reduce hasta en un 15% para las variedades de gufa. Esta diferencia es debido a que las variedades arbustivas, como se mencionó anteriormente, no emiten más nudos en el tallo principal después de llegado a floración pero se acentúa notablemente el desarrollo de ramas, en las cuales se va a localizar hasta un 76% del rendimiento contrariamente a las de gufa, en las cuales se localiza cerca del 90% del rendimiento en el tallo, siendo el rendimiento en las ramas muy reducido.

**Etapas reproductivas:**

Es el proceso mediante el cual se da origen a flores, vainas y granos.

**Floración:** La iniciación floral al igual que otros procesos fisiológicos se determina mediante el genotipo el cual en unas plantas puede interactuar con condiciones ambientales específicas para provocar la iniciación floral.

Una vez que la planta alcanza la etapa fisiológica en que está lista para la iniciación floral, el primer cambio morfológico notable se da con la aparición de los primordios florales.

La llegada a floración es tomada, para efectos prácticos y de evaluación de variedades o tratamientos en un ensayo, cuando el 50% de las plantas de una población tienen por lo menos una flor por planta.

Por lo general las variedades arbustivas florecen más temprano de lo que sucede con los de gufa. La duración del periodo de floración varía también con cada variedad, poseyendo las variedades arbustivas un periodo corto de floración (13 días  $\bar{x}$ ) y el tipo de gufa un periodo más largo (19  $\bar{x}$ ). El porcentaje de abscisión de flores es aproximadamente del 75% para todas las variedades.

Por lo general el primer grupo de flores en abrirse produce vainas. Las flores que abortan parecen hacerlo por una falta general de fotosintatos. Por lo que la planta soporta tantas vainas como puede dependiendo de la disponibilidad de fotosintatos, siempre que este en condiciones de buena irrigación. Condiciones adversas de suelo, daños de insectos o enfermedades aumentan ese porcentaje de abscisión.

**Desarrollo de vainas y granos:** Las vainas comienzan a crecer inmediatamente después de que los óvulos han sido fertilizados y aumentan en longitud los primeros 10-12 días, obteniendo su mayor peso a los 20-25 días después de floración.

Unos 15 días después de iniciada la formación de vainas, se logra detectar peso en el grano en forma significativa y prosigue un aumento acelerado en peso hasta unos 33 días después de floración en que alcanza la madurez fisiológica y que se puede observar en forma práctica por un cambio de coloración de las vainas. La humedad en los granos en este momento es de cerca del 50%, pero rápidamente disminuye cuando ha pasado la madurez fisiológica.

## Efecto de los déficits o exesos de agua en el frijol común

Rodolfo Araya V.

El balance interno del agua en las plantas no es una condición independiente sino que es controlada por las ratas relativas de absorción y pérdida de agua, por lo cual todos los factores de suelo, clima y planta que influyen estos procesos afectan también el crecimiento de la planta y modifican su respuesta a las condiciones de humedad del suelo.

Entre los principales factores que influyen la absorción de agua por las raíces están la disponibilidad de agua edáfica, la aireación, la temperatura y la presión osmótica.

A continuación enfocaremos dos de los factores antes mencionados; la disponibilidad de agua edáfica y la aireación.

La escasez de humedad edáfica durante la fase vegetativa del frijol es menos crítica debido en gran parte al hecho de que los asimilatos acumulados durante la fase vegetativa son poco usados en la producción del cultivo (vainas y granos) en cambio durante los procesos de floración y fructificación, el desarrollo de vainas y granos requiere de altos niveles de nutrimentos de manera que la escasez de humedad en la fase de maduración es crítica pues restringe la absorción de nutrimentos a través del torrente respiratorio.

Sin embargo los requerimientos de lluvia para este cultivo son relativamente bajos, cerca de 500 mm durante todo su ciclo vegetativo. Así en las primeras 2 o 3 semanas después de su emergencia requiere de 8 a 12 mm de agua diarios. Durante los periodos de floración y formación de vainas el consumo es de 20 a 40 mm, este ritmo puede continuar así hasta que las primeras vainas comiencen a madurar. Pero así como los requerimientos de agua son relativamente bajos el sistema radical del frijol común no profundiza mucho. Al emerger las plántulas las raíces poseen alrededor de 7.5 a 10 cm de longitud. Al tiempo de floración y maduración las raíces ya se están desarrollando en los primeros 30 y 90 cm de tierra respectivamente, pero del 70 al 80 % de dichas raíces se distribuye en los primeros 10 cm de profundidad y del 80 al 90 % en los primeros 20 cm.

Las necesidades de agua no aumentan en proporción al incremento de la población pues a una mayor densidad de siembra se asegura un mayor sombreado del suelo desde etapas tempranas del cultivo reduciendo con ello la evaporación directa, mientras la superficie del suelo permanezca húmeda, y contrariamente cuando la separación entre surcos es más ancha se pierde más agua por evaporación debido a una mayor exposición de la superficie del suelo.

El mismo sombreado entre plantas a densidades altas disminuye la temperatura de las hojas y con ello la transpiración.

La adecuada fertilización del frijol debe resultar en un aumento del rendimiento del agua, así como del cultivo. Generalmente en los cultivos bien fertilizados el sistema radical es más profundo y si hay suficiente humedad, la planta la aprovecha. En cambio si las plantas no se fertilizan bien los rendimientos disminuyen pero al igual habrán de consumir agua pues la pérdida de transpiración de las hojas y la evaporación del suelo continuarán prácticamente al mismo ritmo que si las plantas estuvieran en óptimas condiciones.

Enfermedades como la Roya ( Uromyces phaseoli ) pueden provocar una mayor susceptibilidad del frijol a la sequía aparentemente inducida por la pérdida de vapor de agua a través de la cutícula dañada por el proceso de esporulación.

Los exesos de agua edáfica son similares a un déficit de agua no solo porque también tienen efectos fisiológicos negativos derivados principalmente de la falta de aireamiento del sistema radical, lo cual causa que la respiración de las raíces se reduzca afectando la absorción de agua y minerales sino que las raíces de la planta ubicadas en las partes anegadas por un periodo largo mueren y si el drenaje es inadecuado de manera que las capas inferiores del suelo se mantienen con humedad excesiva las raíces prosperan solo en la capa superficial donde las condiciones de aireamiento son adecuadas. El proceso de nodulación queda muy restringido ya que el Rhizobium requiere de un adecuado suministro de oxígeno en su condición de bacterioides cuando están fijando nitrógeno.

Fuera de estos aspectos una serie de patógenos prosperan en esas condiciones: Rhizoctonia solani, Fusarium solani, y Pythium sp.

## La modulación y la fijación de nitrógeno

Ing. Rodolfo Araya V.\*

La mayor reserva de nitrógeno se encuentran en la atmósfera donde constituye casi el 80% del volumen total y es a través de los microorganismos simbióticos y de descargas de nitrógeno en la precipitación pluvial que se explota en parte esa reserva atmosférica.

Las leguminosas aportan en la fijación biológica del nitrógeno en el mundo unas  $35 \times 10^6$  toneladas de nitrógeno oscilando su aporte por hectárea entre 25 a 94 kilos.

La simbiosis fisiológica leguminosa-bacteria es un fenómeno comprobado en casi todas las plantas de la familia; solo se pueden exceptuar algunos géneros de la subfamilia de las Cesalpinoideas. Pero existen además otras plantas no leguminosas que fijan nitrógeno atmosférico.

La asociación Rhizobium-Leguminosa es específico actuando cada especie de la bacteria sobre uno o más géneros de leguminosas; como se describe a continuación:

- a- Rhizobium phaseoli : Phaseolus L.
- b- Rhizobium japonicum: Vigna Savi; Glycine L.;  
Crotalaria L.; Cajanus DC.;  
Arachis L.; Pueraria DC.
- c- Rhizobium leguminosarum: Pisum L.; Vicia L.; Lens Tour; Latheyus L.
- d- Rhizobium melitoti: Melitotiss erbart.; Medicago L.; Trigonella L.
- e- Rhizobium trifolii: Trifolium L.
- f- Rhizobium lupini: Lupinus L., Arnithopus L.

Las bacterias nodulares son simbióticas facultativas, pudiendo vivir en el suelo en ausencia del hospedero.

La Nodulación: Esta empieza cuando una célula de Rhizobium se encuentra en contacto con una raíz de su hospedero apropiado del cual recibe una cantidad apreciable principalmente de azúcares y vitaminas, multiplicándose en la Rhizosplera hasta en  $10^9$  células por gramo de suelo.

\*Encargado del Programa de Leguminosas de Grano, Universidad de Costa Rica

La infección puede ocurrir en un punto determinado de las raíces o puede suceder en cualquier zona. Generalmente la infección se verifica por los pelos radicales. Un producto del metabolismo de las bacterias es el ácido 3-indolyl acético (AIA) que es proveniente de la oxidación por parte del Rhizobium, del triptófano excretado por las raíces del hospedero. Este AIA se cree que es el responsable del enrollamiento de los pelos radicales infectados necesariamente se curvan.

Los Rhizobios entran a la raíz por la parte torcida del pelo radical y se cree que la entrada bacterial está íntimamente ligada con el proceso de desarrollo y crecimiento del pelo radical. Pero además las plantas hospederas forman enzimas pecticas (polegaracturonasa) como respuesta a la inducción bacterial y su papel es el de actuar sobre la peptiva celular favoreciendo la penetración bacterial.

Una vez en marcha la infección esta se propaga a las células de la corteza por medio de un filamento de infección, producido también por la misma planta en respuesta a la presencia del Rhizobium, y que es una estructura de celulosa en forma de tubo encerrando una substancia hemicelulosica donde estan embebidas las bacterias. El hilo de infección parece que se forma por un proceso de invaginación del pelo radicular en la región del enrollamiento repitiéndose ese proceso de formación en cada célula que atraviesa el hilo.

Este filamento se ramifica y penetra en las células del parenquima, proliferando las bacterias en un pequeño grupo de células consistente en una mezcla de células tetraploides y diploides.

En esta zona se multiplican los Rhizobios, estimulando así la multiplicación de las células vecinas no infestadas y que dan formación al nódulo radical. En los primeros días de la inoculación las bacterias se alimentan exclusivamente de la planta hospedera, se reproducen rápido y al llegar al estado de bacterioides poseen forma de bastoncillos ramificados pero sin flágelos. Poseen un mayor tamaño que las formas bacteriales iniciales y su protoplasma muestra cambios bastante grandes como son la división del núcleo y la notable actividad glucogésica de las mitocondrias. En este estado se inicia la fijación del  $N_2$ .

El nitrógeno inicialmente fijado lo utilizan en su metabolismo y al aumentar la producción lo empiezan a ceder a la planta. En estados avanzados hasta un 90% del nitrógeno fijado lo aportan al hospedero, coincidiendo esta etapa con la de mayor necesidad de nitrógeno en la planta.

Es normal, si la fijación esta trabajando normalmente, que la zona nodular contenga mucha leghemoglobina y aparece de color rojo. La leghemoglobina se le considera como transportadora de electrones, dentro de la cadena establecida entre el bacterioide y la membrana y no como un transportador de oxígeno.

La planta hospedera a través de la fotosíntesis produce los compuestos de carbon que son oxidados por los bacterioides y sirven como fuente de electrones para la reducción del nitrógeno molecular en  $NH_3$  y la otra parte del compuesto carbónico sirve a su vez como aceptor del amoniaco para la producción de aminoácidos en los bacterioides que son utilizados por la planta. Pero la transformación del nitrógeno no ocurre dentro del nódulo sino en la corteza y su fijación en el nódulo requiere la presencia de compuestos de carbon para pasarlo a aminoácidos. Si se interrumpe la fijación de nitrógeno la leghemoglobina se convierte en legcoleglobina de color verde. La aparición de una mancha verde en el tejido nodular prueba que ha cesado de la fijación de nitrógeno.

Además de los factores propios de la simbiosis de la bacteria y su planta hospedera, existe una serie de factores que influyen en la fijación de N. Entre los más importantes está el pH y los nutrimentos, la temperatura, el régimen hídrico y la aireación. El pH debe ser de ligeramente ácido a neutro. La temperatura no ser mayor de 18-22 °C. La deficiencia de nutrimentos afecta tanto al crecimiento de la planta como a la formación de nódulos y fijación de nitrógeno, y a la capacidad de la planta hospedera de usar el nitrógeno fijado.



## SELECCION Y PREPARACION DEL SUELO

Por: Ing. Rodrigo Alfaro M.  
Departamento de Agronomía  
Ministerio de Agricultura y Ganadería

El frijol requiere suelos fértiles, sueltos y con buen contenido de materia orgánica; no prospera en suelos pesados y compactos, requiriendo suelos de buena aereación y drenaje, con valores de pH. superiores a 5.3. En el Cuadro # 1 se ofrecen las opiniones de algunos autores sobre la textura y pH.

CUADRO # 1: Texturas de suelo y pH óptimos para el cultivo de frijol.

Autor	Textura recomendada	pH
Sáenz Maroto	areno-arcillosa	Neutro a moderadamente ácido.
Klages	franco	-----
Pinchinat	franco arenosa	5,8 a 6,5 en áreas húmedas.
	limo arenosa	6, a 7,5 en áreas <u>semi</u> áridas.
	franco arcillosa	y áridas
Vieira	-----	6,0 a 7,5 (en algunos casos buenos rendimientos con pH hasta de 5,0.)
Thompson y Kelly	-----	5,3 a 6,0 en Norfolk
		5,5 a 6,0 en Florida

Fuente: J. García. Tesis de grado Magister Scientiae-IICA-1972

### Preparación del suelo:

El objetivo principal es el de proveer una condición apropiada para la germinación de la semilla y posterior desarrollo de las plantas.

Convencionalmente, una arada, dos rastreadas y nivelación del suelo son suficientes para dejar el suelo uniforme y evitar los encharcamientos.

Para sembrar a espeque o en relevo con maíz, conviene eliminar las malezas antes de la siembra.

EPOCAS DE SIEMBRA EN FRIJOL

Por: Ing. Rodrigo Alfaro M.  
Departamento de Agronomía  
Ministerio de Agricultura y Ganadería

Zona: Valle Central, Pacífico Seco:

Del 20 de enero al 10 de febrero (con riego)

15 de mayo al 15 de junio ("inverniz")

15 de agosto al 6 de octubre\*

Zona: Región alta del Valle Central:

Del 15 de mayo al 15 de junio (primera siembra)

10 de noviembre al 10 de diciembre.

Zona: Norte y Atlántica:

Durante los meses de noviembre y diciembre.

Zona: Pacífico Sur:

Del 15 de setiembre al 15 de noviembre.

## VARIEDADES DE FRIJOL

Por: Ing. Rodrigo Alfaro M.  
Departamento de Agronomía  
Ministerio de Agricultura y Ganadería

Una gran mayoría de los agricultores utilizan parte de su cosecha como semilla y no establecen diferencias entre el grano para consumo y para siembra.

Nuestro país dispone de variedades con buen potencial de rendimiento - pero el uso de semilla mejorada en estos materiales es limitado.

El Consejo Nacional de la Producción realiza un plan de multiplicación de semilla de algunas variedades que se han considerado promisorias y que se ofrecen en el Cuadro # 2.

CUADRO # 2: Lista de variedades mejoradas recomendadas en Costa Rica.

Variedad	Color	Tipo de planta	Ciclo
Pavador	negro	arbustivo	intermedio (80-90 días)
Pacuaral	negro	arbustivo	intermedio (80-90 días)
Turrialba 4	negro	arbustivo	intermedio (80-90 días)
México 27	negro	arbustivo	intermedio (80-90 días)
Ica Pijao	negro	arbustivo	intermedio (80-90 días)
Ica Tui	negro	arbustivo	intermedio (80-90 días)
Porrillo	negro	arbustivo	intermedio (80-90 días)
Jamapa	negro	arbustivo	intermedio (80-90 días)
México 29	negro	guía	intermedio (80-90 días)
México 80	rojo	arbustivo	precoz (70-75 días)

Variedad	Color	Tipo de planta	Ciclo
México 81	rojo	arbustivo	precoz (70-75 días)
Compuesto Alajuéla	rojo	guía	intermedio (80-90 días)

Variedades para vainas

Contender		arbustivas	45 días aproximadamente
Extender		arbustivas	45 días aproximadamente
Guaria		arbustivas	45 días aproximadamente
Blue Lake		guía	65 días aproximadamente

## SEMILLA Y TRATAMIENTO

Por: Ing. Rodrigo Alfaro M.  
Departamento de Agronomía  
Ministerio de Agricultura y Ganadería

La semilla debe reunir las siguientes características deseables:

1. Alto porcentaje de germinación (superior al 85%)
2. Buen vigor
3. Libre de enfermedades e insectos
4. Exenta de semillas de malezas.

Se recomienda tratar la semilla con Orthocide 50, tres días antes de la siembra en dosis de 4 onzas por quintal de semilla (115 grs. por 46 Kg) Esta operación debe hacerse en estañones u otros recipientes acondicionados para este efecto tratando de que las semillas queden cubiertas en su totalidad.

### SIEMBRA:

Existen muchas modalidades para producir frijoles, que se relacionan con el sistema y método de siembra:

- |                                     |             |                                    |
|-------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                     |             | al voleo (tapado)                  |
| 1° Monocultivo                      | a) manual   | a espeque                          |
|                                     |             | en hileras                         |
|                                     | b) mecánica | al voleo                           |
| 2° En asociación con otros cultivos | a)          | en relevo con maíz                 |
|                                     | b)          | en asociación con caña, yuca, etc. |

En el sistema tapado se riegan al "voleo" aproximadamente 60 libras de semilla por manzana y luego se corta la maleza a ras de suelo. Algunos agricultores riegan fertilizante también al voleo al momento de la "siembra" pero generalmente no se realiza ninguna práctica agronómica hasta la cosecha. Sin embargo se recomienda aumentar a 100 lb. (46 Kg) la semilla tratada con Orthocide.

Quando se siembra a espeque se limpia o quema el terreno previamente, - el distanciamiento entre hileras puede variar desde 30 a 40 cm., colocando 2 semillas por "golpe" cada 20 cm. aproximadamente.

En sistemas mecanizados se siembra en surcos o hileras con 40 a 50 cm. de separación y 5 a 7 cm. entre plantas, utilizándose de 70 a 80 Kg. de semilla para obtener una población óptima de 250.000 plantas por hectárea.

También se acostumbra regar la semilla al voleo y luego dar una pasada leve de rastra, sin ángulo, para incorporarla con el suelo.

En el cuadro # 3 se ofrece la información para determinar el número de plantas por hectárea que se puede obtener con diferentes distancias entre hileras y plantas.

CUADRO # 3:

Número de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a sembrar por hectárea según las distancias entre surco y entre plantas requeridas.

D I S T A N C I A E N T R E S U R C O S

(CMS.)

Distancia entre plantas (CMS.)	40	45	50	55	60
5.0	500.000	444.444	400.000	363.636	333.333
5.5	454.545	404.040	363.636	330.579	303.030
6.0	416.667	370.370	333.333	303.030	277.778
6.5	384.615	341.880	307.692	279.720	256.410
7.0	357.143	317.460	285.714	259.740	238.095
7.5	333.333	296.296	266.667	242.424	222.222
8.0	312.500	277.778	250.000	227.273	208.333
8.5	294.118	261.438	235.294	213.904	196.078
9.0	277.778	246.914	222.222	202.020	185.185
9.5	263.158	233.918	210.526	191.388	175.439
10.0	250.000	222.222	200.000	181.818	166.667

Fuente: Dr. O. Voysest - CIAT - 1977.

Para determinar la cantidad de semilla es necesario conocer la cantidad aproximada de semillas que hay en un kilogramo, además se debe tener en cuenta el poder germinativo de las semillas y el margen de pérdida que puede producirse por diversas razones (enfermedades, insectos, excesos de humedad, etc.); por ello es recomendable calcular una cantidad adicional de semilla entre el 15 y el 20%.

## FERTILIZACION

Por: Ing. Rodrigo Alfaro M.  
Departamento de Agronomía  
Ministerio de Agricultura y Ganadería

Las aplicaciones de fertilizantes químicos a los cultivos de frijol tienden a manifestar incrementos en los rendimientos. En la mayoría de los suelos se obtienen respuestas a la aplicación de nitrógeno y fósforo, pero especialmente de este último. Por ello se recomienda el análisis previo del suelo para determinar la fertilidad a parente del mismo.

Se pueden presentar deficiencias de algunos elementos menores en condiciones extremas de acidez o alcalinidad tales como: magnesio, calcio, azufre, molibdeno, hierro, cobre, zinc y manganeso.

En suelos de baja fertilidad deben esperarse respuesta a la fertilización con 350 o 400 Kg/ha de fórmulas con altos porcentajes de fósforo como 10-30-10, 12-24-12 o 10-30-6-3-3. La aplicación se hace a la siembra cuidando que no quede en contacto con la semilla.

Cuando siembre "tapado" se recomienda regar un quintal (46 Kgrs) de cualquiera de estas fórmulas por manzana.

El fertilizante se debe aplicar a la siembra, al costado del surco, sin tocar la semilla. Cuando se siembra a espeque se deposita en un hueco al lado de cada "golpe" la cantidad de fertilizante que se toma con tres dedos de la mano.

## CONTROL DE MALEZAS EN FRIJOL

CLAUDIO GAMBOA H. \*

El frijol (Phaseolus Vulgaris L.) es uno de los alimentos básicos en la dieta costarricense, ya que aporta el 33% de la proteína de la ingesta diaria.

En el período 74-75 el área sembrada y los rendimientos por área fueron muy bajos, por lo cual la producción nacional no fue suficiente para satisfacer la demanda. Esto ocasionó fugas de divisas al tener que importar 33.088.883 Kg con valor de \$ 20.363.978

El origen de este déficit se debe principalmente a la no disponibilidad de buenas variedades y a la poca tecnología aplicada, como usos de fertilizantes, herbicidas, control de enfermedades y disponibilidad de semilla de buena calidad.

### Control de Malezas:

La determinación del período en el cual el frijol es afectado más seriamente por la competencia de las malas hierbas, es de mucha importancia, ya que indica cuando es necesario mantener libre al cultivo de toda competencia.

Agundis determinó que el período crítico de competencia en frijol es durante los primeros 30 días de desarrollo. Al permitir la competencia de hierbas con frijol los primeros 30 días de su desarrollo, el rendimiento se reduce en más de un 50%.

Señala además que han obtenido pérdidas totales de la producción, cuando las malezas dominantes son dicotiledóneas (hoja ancha) y reducciones de un 30% o más cuando las malezas son monocotiledóneas (gramíneas).

Este autor indica además, que el período crítico de competencia pueden ser los primeros 20 días cuando predominan dicotiledóneas o de 40 días cuando predominan monocotiledóneas o cuando la falta de humedad retarda el establecimiento de las malezas.

Las malas hierbas compiten con el cultivo principalmente por agua, luz, elementos nutritivos, dióxido de carbono, espacio radical y aéreo. Además algunas hospedan plagas y enfermedades, y en general aumentan los costos de producción y si perduran hasta el momento de la cosecha dificultarán las labores de recolección y disminuirán la calidad del grano cosechado.

Control Cultural: El control efectivo de malezas empieza con una buena preparación del suelo antes de la siembra, para destruir plantitas de malezas y permitir el secamiento de la capa superior del suelo (4 centímetros) zona en la cual germinan la mayoría de semillas de malezas. Esta preparación permite que el cultivo se desarrolle con malezas de la misma edad y no tenga que competir con las ya establecidas

\* Control de Malezas. Estación Experimental Fabio Baudrit M.



El control cultural de las malezas implica, también, empleo de variedades mejoradas y bien adaptadas a las condiciones ecológicas de la región, densidad óptima de siembra, distancia recomendada entre surcos y entre plantas, nivel apropiado de fertilización y una rotación adecuada de cultivos, que no permiten la incremetación de un tipo de malezas.

Control Mecánico: El método mecánico para controlar malezas consiste en el uso correcto de implementos agrícolas para separar del suelo las raíces de las malezas, enterrándolas y causándoles la muerte por asfixia sin ocasionarle daños al cultivo.

El control mecánico será más efectivo si se hace más temprano, ya que si la maleza crece mucho, se dificulta controlarla mecánicamente. Dos o tres deshierbas pueden ser suficientes si el control mecánico es oportuno, y bien hecho; y se puede así mantener el cultivo libre de malezas hasta la cosecha. Una deshierba para ser económica debe ser rápida y eficaz.

Control Químico: El control químico de malas hierbas ha demostrado ser un método efectivo y práctico, al facilitar las labores de campo y reducir el uso de mano de obra. Use solamente herbicidas recomendados y complemente el control de las malas hierbas con métodos culturales y mecánicos. La diversidad de malezas presentes, al igual que otros factores económicos, efectividad del herbicida y disponibilidad de otros métodos de control, determinan si hay o no que usar un herbicida en un cultivo.

Algunos herbicidas tienen un campo de acción relativamente limitado sobre las malezas y no hay un herbicida que controle todas las malezas presentes en un cultivo dado. Por esta razón es recomendable emplear mezclas de herbicidas según el complejo de malezas. Por ejemplo, si la población de malezas consiste solamente de gramíneas, productos como la trifluralina (Treflán) sería muy bueno para emplear, pero cuando hayan muchas especies de hoja ancha, el control puede ser deficiente si no se complementa este producto con otro o con una cultivada mecánica.

#### Experiencias logradas en Costa Rica:

Mata en 1972, determinó que el uso de mezclas herbicidas fueron superiores que los herbicidas solos. EL DNBP y el alaclor incrementaron la modulación.

Mago Tovar en 1974, en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica, concluyó que la mezcla de linurón y alaclor, a 0.75 kg/ha de cada uno, se obtuvo el mejor control de gramíneas (92.6%) y de hoja ancha (85.7%). Sin embargo, este tratamiento resultó fitotóxico para el cultivo, con una producción 36.4% menor que la de hierba manual a los 20 días.

La mezcla de DNBP con clorambén (2+2 kg/ha) fue la segunda mezcla

con mejor control de malezas (86% de gramíneas y 81.8% de hoja ancha).

Mussio en 1976 obtuvo el mejor control de malezas gramíneas cuando el suelo se mantuvo 50% de humedad aprovechable y empleando una distancia entre hileras de 30 cm, con 3+3 Kg/ha de DNBP con clorambén y riego por aspersión.

Para el control de malezas de hoja ancha cuando el suelo se mantuvo a 50% de humedad, los mejores resultados se obtuvieron cuando se usó una dosis de 3+3 kg/ha de DNBP con clorambén y riego por gravedad.

La mayor producción se alcanzó cuando se usó una distancia entre hileras de 30cm y la dosis de 1.5 + 1.5 kg/ha de DNBP con clorambén.

Ocampo en 1977 determinó que la mezcla de DNBP + clorambén a 1.5 +1.5 kg/ha tuvo un control similar de malezas a la dosis de 3.0+3.0 kg/ha. Dicha mezcla tuvo mayor control sobre la maleza de hoja ancha. La mayor producción se obtuvo en los tratamientos sembrados a 30 cm entre hileras y utilizando una fertilización de 25-50-0 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

Martínez en 1978 con la finalidad de determinar nuevos tratamientos herbicidas, efectivos y oportunos realizó una prueba con bentazón, bentiocarbo, difenamida y metabenzotiazurón en dos dosis cada uno, solos y en mezclas, y determinó que el mejor tratamiento fue bentazón a dos punto cero (2.0) mas bentiocarbo a 0.5kg/ha con un rendimiento de 47.3% superior al tratamiento deshierbado a los 30 días. Sin embargo el costo puede resultar demasiado elevado al utilizar esta mezcla, lo que obliga a la búsqueda de nuevos y buenos tratamientos pero que impliquen un menor costo.

Equipo para la Aspersión de Herbicidas: Los tipos de equipo recomendable para la aspersión de herbicidas no difieren en mucho de los que se utilizan para aplicar insecticidas y fungicidas.

Por regla general, éstos constan de un recipiente o tanque, un mecanismo que aplica energía al líquido para forzarlo a salir, tuberías o mangueras de conducción y boquillas u orificios pequeños que hacen la distribución del líquido en gotas pequeñas.

La escogencia de la clase de equipo para una finca, depende principalmente del tamaño de ésta, la topografía, y las condiciones generales del terreno que se vaya a tratar. Los que se usan más corrientemente son las bombas de espalda o de mochila y las asperjadoras o "Sprays" para acoplar al tractor.

Bomba de Espalda: Estos aparatos tiene las siguientes partes fundamentales:

a-Tanque: Generalmente tienen capacidad para 4 galones y pueden estar contruidos de distintos metales o de materiales plásticos. Este último material es el mas apropiado por ser el más liviano, no se arruga ni se rompe, y no presenta problemas de corrosión.

b-Embolo o Pistón: Es un dispositivo que accionado por una palanca se

Nombre Comercial	Nombre Técnico	Formulación	DL50 mg/kg (Oral)	Casa Productora
Afalón	Linurón	50 PM	1500	Hoechst
Amiben	clorambén	240g/l SA	5620	Anchem Products.
Bolero	bentiocarbo	480g/l CE	1903	Ortho
Basagran	bentazón	480g/l SA	1100	Basf
Dinorsol	DNBP	480g/l CE	40	Sells Products.
Lasso	alaclor	480g/l CE	1200	Monsanto Company.

Cuadro N° 1: Descripción de los Herbicidas citados.

PRODUCTOS EN EXPERIMENTACION:

Nombre Comercial	Formulación	Casa Productora
-Prowl	330g/l CE	CYANAMID
-Blazer	240g/l SA	Rohm and Haas
-Maloran	50 PM	CIBA-GEYGY
-Dual	720g/l CE	CIBA-GEYGY
-Tribunil	70 PM	Bayer.

mueve dentro de un cilindro. Cuando el émbolo sube succiona el líquido del tanque y cuando baja lo impulsa para forzarlo a pasar a la cámara de aire.

c- Cámara de aire: Es un pequeño recipiente cilíndrico, y hermético, que inicialmente está lleno de aire. Este aire se comprime en la parte superior de la cámara cuando llega el líquido impulsado por el émbolo, y hace que este líquido salga con presión. La cámara de aire permite uniformar la presión de expulsión, ya que de otra forma el líquido saldría a "empujones".

d- Sistema de válvulas: Es un mecanismo formado por dos balines móviles que abren o cierran los respectivos orificios donde se anidan, su función consiste en permitir que el líquido sea succionado del tanque pero que no regrese cuando es impulsado por el émbolo o presionado en la cámara de aire.

e- Manguera: Une la cámara de aire con la llave de cierre. Debe ser flexible pero resistente, ya que cuando la llave está cerrada soporta la presión que se genera en la cámara de aire.

f- Barra Terminal: Es un tubo de material liviano (generalmente cobre) que sostiene en su extremo la boquilla.

g- Boquilla: Consta de un "cuerpo" que incluye un filtro y la boquilla propiamente dicha, que es la que tiene el orificio por el cual se expulsa el líquido. Las boquillas que se usan para aplicar herbicidas tienen el orificio en forma de "ojetes" y hacen que el líquido salga en forma de abanico.

Las boquillas de abanico traen un número que indica la apertura del abanico y la cantidad de líquido que expulsa por minuto. Por ejemplo una boquilla # 6502 indica que tira el líquido en forma de abanico con un ángulo de 65 grados (primeras dos cifras del número), y a la vez que expulsa 0.2 galones de agua por minuto. (últimas dos cifras del número). Una boquilla # 8004, tira el líquido en ángulo de 80 grados (más abierto) y expulsa el doble de agua por minuto (0.4 galones).

La boquilla debe llevarse siempre fija y la misma altura para que el abanico intercepte una franja uniforme.

#### CALIBRACION DE LA BOMBA DE ESPALDA:

El control efectivo de malezas depende de la aplicación de una cantidad exacta y uniforme de HERBICIDA.

a- Dosis bajas pueden causar: Control deficiente de malezas. Pérdida de la inversión. Pérdida de rendimiento por competencia de malezas. Incrementos en el costo de producción.

b- Dosis excesivas pueden causar: Daños severos al cultivo. Pérdidas económicas por el alto costo de los herbicidas. Aumentan la posibilidad de residuos tóxicos para cultivos en rotación.

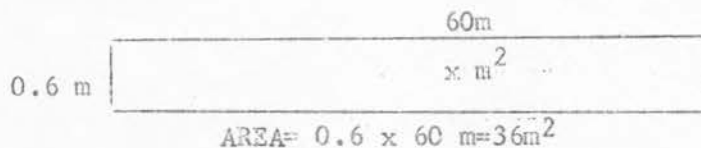
EJEMPLO:

Cultivo Frijol :	Distancia entre hileras 60 cm
	Bomba de 16 litros (4 galones)
Recomendación Herbicida :	Linurón 1.0 kg + Alaclor 2.0 ambos kg/ ha. (PM + CE)

Pregunta del agricultor:

¿CUANTO PRODUCTO DEBE PONER POR BOMBA?

- 1- Recomendar boquilla 8004 y filtro 50 mallas por la mezcla de las dos formulaciones, ( PM + CE).
- 2- Fijarle al agricultor: Velocidad =1 m/seg  
(hacerlo practicar dicha velocidad)
- 3- Llenarle la bomba con agua hasta un volumen conocido, por ejemplo 6 litros ( volumen inicial).
- 4- Marcarle 60 m y manteniendo la boquilla a una altura tal que cubra 60 cm, hacerlo caminar un minuto, aplicando a presión constante a una velocidad de 1 m/seg.
- 5- Calcular el área aplicada



- 6- Cálculo del volumen de agua gastado en 36 m<sup>2</sup>.

VOLUMEN INICIAL - VOLUMEN FINAL = VOLUMEN GASTADO

$$6 \text{ l} \quad - \quad 4.85 \text{ l} \quad = \quad 1.15 \text{ l}$$

- 7- Cálculo del área que cubre el agricultor con su bomba.

$$\begin{array}{r} 1.15 \text{ l} \text{ -----} 36 \text{ m}^2 \\ 16 \text{ l ( una bomba)-----} \quad x \\ x = 500 \text{ m}^2 \end{array}$$

El agricultor deberá cubrir 500 m<sup>2</sup> con su bomba.

8- Cálculo de los productos por bomba

a- linuron 1.0 kg/ha

PC = Afalon 50% PM

1000 g de linurón ----- 10000 m<sup>2</sup> ( una hectárea)  
 x ----- 500 m<sup>2</sup> ( una bomba)

x = 50 g de linurón

1000 g de Afalón ----- 500 g de linurón

x ----- 50 g de linurón

x = 100 g de Afalón/bomba.
----------------------------

b- alaclor 2.0 kg/ha

PC = Lasso 480 g/l CE

2000 g de alaclor ----- 10000 m<sup>2</sup>  
 x ----- 500 m<sup>2</sup> (una bomba)

x = 100 g de alaclor

1000 ml de Lasso ----- 480 g de alaclor

x ----- 100 g de alaclor

x = 208 ml de Lasso/ Bomba.
--------------------------------

9- Suponiendo que el agricultor no posee exactamente una hectárea sem brada sino 7000 m<sup>2</sup>.

1 bomba ----- 500 m<sup>2</sup>  
 x ----- 7000 m<sup>2</sup>                      x = 14 bombas

Cálculo Final      208 ml x 14 = 2.9 l de Lasso +  
 100 g x 14 = 1.4 kg de Afalón      224 litros de agua

## ABREVIATURAS Y EQUIVALENCIAS:

- WP = PE = Polvo Mojable.  
CE = EC → E = Concentrado Emulsionable.  
SA = Solución acuosa concentrada.  
ia = Ingrediente activo.  
PC = Producto Comercial.  
PSI = Pre siembra incorporada  
PRE = Pre emergente  
POST = Post emergente  
+ = Mezcla de dos herbicidas.  
1 acre = 4046.87 metros cuadrados  
1 mz = 1 manzana = 7000 m<sup>2</sup> = 0.7 ha.  
1 ha = 1 hectárea = 10000 m<sup>2</sup>  
1 oz = 1 onza = 28.75 gramos  
1 lb = 16 onzas = 460 gramos.  
1 galón americano = 3.785 litros.  
1 libra/galón = 120 g/litro.

## BIBLIOGRAFIA:

- 1- Agundis, C. 1963. Consideraciones sobre el uso de herbicidas en frijol. En: Proyecto Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento del frijol, 2da. reunión Centroamericana, San Salvador, El Salvador. IICA. pp 23-31.
- 2- Martínez, O.; Soto, A. 1978. Control químico de malezas en frijol. Boletín técnico. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Vol. 11 N° 2
- 3- Mata, R.H. 1972. Efecto de varias mezclas herbicidas en el control de malezas y la susceptibilidad de 6 variedades de frijol (Phaseolus Vulgaris L.) En: Informe anual de trabajo 1971-72. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, U. C. R. Fac. de Agronomía pp 117-120.
- 4- Ocampo, F. 1977. Combinación y sustitución de 3 insumos: Herbicida-Fertilizante-Distancia entre hileras en frijol. U. C. R. Fac. de Agronomía. Tesis de Grado. pp 48.

# "ENFERMEDADES"

## Enfermedades Fungosas

Edgar Vargas G.\*

### Introducción

Uno de los principales factores limitantes en la producción del frijol en Costa Rica, lo constituyen las enfermedades. Estas son causadas por diferentes organismos, tales como hongos, bacterias y virus, además de las fisiogénicas. Existen por lo menos unos 30 géneros y especies de hongos que atacan los diferentes órganos de la planta, ya sean raíces, tallos, hojas, flores, vainas y semillas. Generalmente penetran directamente, por heridas o aberturas naturales, multiplicándose posteriormente en los tejidos, alterando desfavorablemente el desarrollo fisiológico y morfológico en forma progresiva, hasta tal punto que se producen manifestaciones visibles de tal alteración que son los síntomas; tales como manchas en las hojas o en las vainas, quemaduras, clorosis, marchitez, pudrición de raíces y tallos, caída de hojas, enanismo, etc. En muchos casos es cuestión de criterio el decidir cuales desviaciones de lo normal son suficientemente marcadas para que puedan considerarse enfermas; es normal no considerar enfermas a una planta que presenta unas pocas manchas en las hojas más viejas. En la mayoría de los casos se producen estructuras características del patógeno que son visibles sobre los tejidos de la planta enferma; estas estructuras de fructificación se llaman signos y producen esporas que son diseminadas por el viento, lluvia, insectos o por humanos en material de siembra, implementos de labranza, etc.

Las enfermedades infecciosas son el resultado de una serie de interacciones entre el hospedante, el patógeno y el medio ambiente; estas interacciones constituyen el ciclo de la enfermedad. Este ciclo se repite muchas veces y el efecto acumulativo de varios ciclos sucesivos determina la severidad de una enfermedad. La reproducción, diseminación y germinación de las esporas, así como los procesos de penetración, infección y colonización requieren cada uno de condiciones ambientales especiales, por lo que los daños causados por cualquier enfermedad, varían en cada año, épocas de siembra, áreas geográficas o partes de la misma plantación. En muchos casos es más importante los factores del microclima que el macroclima. Así, cuando hay mucha lluvia, ocurren mayores daños por mustia hilachosa, mancha angular, antracnosis y mancha redonda. Mientras que, en la época seca, son mayores los ataques de roya y mildiu polvoso.

\* Profesor de Fitopatología, Universidad de Costa Rica.



## Medidas generales de combate

- 1- El uso de variedades resistentes o tolerantes, es la medida más efectiva para evitar o reducir el daño causado por algunas enfermedades. Sin embargo, la gran cantidad de patógenos, la variabilidad de estos, así como la uniformidad genética de las variedades por ser autógamo el frijol, hacen que la obtención de variedades con resistencia estable a una o varias enfermedades sea muy difícil de conseguir.
- 2- Las semillas juegan un papel de suma importancia en la perpetuación y diseminación de fitopatógenos, originando los centros ó focos de infección primaria de las enfermedades, seguido de una infección generalizada en el campo. Varias de estas enfermedades importantes son transmitidas en la semilla. La mayoría de los agricultores prefieren producir su propia semilla porque creen que les resulta más barato o porque no hay programas oficiales al respecto; sin embargo, bajo los sistemas de siembra que usan la mayoría de estos agricultores, estas enfermedades que se transmiten en la semilla, reducen la producción hasta un 50% ó más. Debe procurarse al menos semilla inspeccionada. Es una buena práctica tratar la semilla con un buen fungicida para prevenir el ataque de hongos del suelo, antes o después de la germinación y que reducen la población de plantas. Productos tales como Arasan, Orthocide 75, DIFOLATÁN 80, Demosan y Vitavax, han dado muy buenos resultados.
- 3- La mayor parte de los hongos pueden vivir ya sea en el suelo o en residuos de cosecha por largo tiempo, es muy recomendable la rotación de cultivos con otros cultivos no hospedantes, tales como maíz, maicillo, etc., o bien rotar los terrenos. La duración de la rotación dependerá de varios factores, entre los que pueden señalarse: el tipo de patógenos, el clima, el tipo de suelo etc. Se debe tener muy buen conocimiento tanto del ciclo de la enfermedad como del patógeno.
- 4- Combate químico. Se conocen varios productos dentro de los cuales tenemos: Dithano M-45, Difolatán 80, Daconil o Bravo que tienen un amplio rango de acción o productos más específicos como Benlate y Plantvax, que controlan las enfermedades fungosas más importantes y comunes del follaje. Sin embargo, su uso está limitado al grado de tecnología aplicado al cultivo y al precio en el mercado, ya que se requiere como mínimo unas 3 ó 4 aplicaciones en las etapas más críticas del ciclo vegetativo, para que resulte un control económico en plantaciones con buena tecnología. El control químico de enfermedades radiculares generalmente es antieconómico.

## Principales enfermedades del frijol

### Telaraña

Esta enfermedad, conocida también como quema es una de las más serias en frijol, en las siembras de mayo y agosto, durante los periodos de lluvias persistentes y alta temperatura. Afecta todas las partes aéreas de las plantas, comenzando por el follaje, el cual presenta pequeñas manchas circulares café-claro con borde oscuro. A medida que la infección avanza, las manchas se unen unas con otras cubriendo parte de la hoja o toda ella.

El micelio aéreo se extiende sobre toda la planta, uniéndose las hojas y pecíolos en una sola masa como de telaraña. Sobre el tejido muerto, así como sobre los tallos se encuentran gran cantidad de esclerocios pequeños café-claro, dando la apariencia de numerosos granos de arena. Las vainas presentan manchas irregulares café-claro, dando la apariencia de numerosos granos de arena. Las vainas presentan manchas irregulares café-claro u oscuro ligeramente hundidas. La plantación se ve totalmente defoliada con algunas hojas secas colgando del micelio.

El agente causal Thanatephorus cucumaris, estado sexual de Rhizoctonia solani puede sobrevivir en el suelo como saprófito o parasitando hierbas de los alrededores. Cuando el inóculo primario proviene en la semilla, la enfermedad se disemina rápidamente, ya que predominan las formas esporulentas que la diseminan más rápido.

### Mancha angular

Es causada por el hongo Isariopsis griseola y se presenta donde quiera que se siembra frijol; se ha observado que ataca en forma más intensa en la zona alta a fines de la época lluviosa. El síntoma típico es la forma angular de las manchas que están delimitadas por las nervaduras. Son café-oscuro, y en el envés se notan numerosos pelitos oscuros que son los coremios del hongo, y el medio más seguro de identificar la enfermedad en el campo. Hay caída de hojas, sobre todo en las variedades más susceptibles. En las vainas se producen manchas circulares de color café y bordes oscuros, no hundidos que son difíciles de caracterizar excepto en estados avanzados, cuando se presentan los coremios. Se han observado diferencias en la susceptibilidad de variedades, de modo que el combate por variedades resistentes es factible. Las rotaciones de cultivo también son beneficiosas. El hongo sobrevive por espacio de 1 a 2 años en residuos de cosecha y el suelo. Puede transmitirse en la semilla. El fungicida Benlate 1 lb/100 gl. en dos aplicaciones cada 20 días, ha dado excelentes resultados; lo mismo que el Dithano M-45 (3 lb/100 gl.) en 3 aplicaciones cada 10 días.

### Roya

Se encuentra ampliamente distribuida en el país. No obstante es más severa en la segunda siembra y en verano. Necesita por lo menos unas 12 h de 90% de H.R. Las pérdidas en cosecha pueden ser de 28-64%. Se presenta en las hojas como pequeños puntos café-rojizos denominados pústulas que pueden variar de tamaño según la susceptibilidad, rodeadas por un halo amarillo. Generalmente se presentan gran cantidad por hoja, por lo que esta se cae. Si la enfermedad aparece después de la floración, no tiene importancia económica. Se conocen unas 35 razas de patógeno de las cuales se han identificado 12 en el país. Se disemina por las esporas transportadas por el viento a largas distancias. Se puede controlar con fungicidas a base de Azufre, Dithano M-45 con 3 aplicaciones cada 10 días o con los productos específicos Plantuax o Bayleton, en dos aplicaciones cada 20 días con efecto curativo. La mayoría de las variedades presentan resistencia o tolerancia a unas pocas razas, por lo que no es constante. Las variedades criollas son más resistentes que las mejoradas.

### Antracnosis

Esta enfermedad está ampliamente difundida en las zonas alta y media, y se presenta en forma epidémica en épocas de lluvia fuerte. Ataca todas las partes aéreas de las plantas. En las hojas se presentan lesiones alargadas y hundidas en las venas, café-rojizo. Manchas similares aparecen en el tallo y peciolo con doblamiento de las hojas. En las vainas las lesiones son circulares, hundidas con el borde levantado; de color café-claro en el centro con el borde oscuro, si hay alta humedad se forma una masa rosada de esporas, las semillas muestran manchas café-oscuro. El agente causal es el hongo Colletotrichum lindemuthianum que puede sobrevivir alrededor de 2 años en residuos de cosecha y la semilla. Se disemina por la lluvia y por los trabajadores. El hongo posee muchas razas o variantes. La susceptibilidad o resistencia es heredada en forma diferente y a veces compleja, lo que hace difícil producir variedades que sean resistentes a todas las razas. El mejor control es por medio de semilla sana. También es aconsejable rotaciones de 2 a 3 años. Puede ser prevenida con Maneb, Difolátán, Benlate, y cobre neutros, con 3 aplicaciones cada 10 días.

### Mancha redonda

El hongo Chaetoseptoria wellmanii produce en el follaje manchas redondas e irregulares, de color café con el centro blanco y la presencia de puntos negros que se ven a simple vista; que son los picnidios o cuerpos fructíferos del hongo. Se encuentra en la mayoría de los frijolares que se siembran en la zona media, principalmente de Alajuela. No se sabe si se trasmite en la semilla y tampoco se conoce mucho sobre el ciclo de la enfermedad. La medida de control más adecuada es el uso de variedades resistentes, tales como: San Andrés Nº 1 y Porrillo Nº 1. También se pueden prevenir con fungicidas como Maneb, Difolátán y algunos sistémicos como Derosal, Calixim.

### Mildiu polvoso

Se presenta en las siembras de Verano o en las zonas donde se siembra variedades susceptibles de Vignas. Se presenta como manchas blancas en las hojas que luego se unen y cubren toda la hoja la cual aparece cubierta de un polvillo blanco compuesto de micelio y esporas. Si la infección es severa, las hojas aparecen deformes, amarillas y se produce defoliación. El hongo Erysiphe polygoni es diseminado por el viento y posee diferentes hospedantes. Existen algunos fungicidas sistémicos que controlan eficientemente la enfermedad, tales como Benlate, Afugán, Derosal. También se puede erradicar o curar por aspersiones de Azufre o Karathane. En dos aplicaciones cada diez días.

### Podredumbres radiculares

Como todas las enfermedades causadas por patógenos habitantes del suelo, tiende a ser más seria entre más se usa un terreno, año tras año para el mismo cultivo. Existen varios hongos que causan la podredumbre radicular, entre ellos Rhizoctonia solani, Sclerotium rolfsii, Fusarium solani, F. sp. phasedi y Pythium spp. Se ha observado que en siembras bajo riego se intensifican los ataques.

La sintomatología que presenta la planta afectada varía de acuerdo al organismo patógeno y puede ser confundida también con los que causan el exceso de humedad o a ataque de insectos en la raíz. Cuando la enfermedad es causada por el hongo Rhizoctonia, se manifiesta por lesiones o llagas de color café-rojizo en las raíces y en el tallo a nivel del suelo. Frecuentemente estas lesiones rodean al tallo estrangulándolo.

Las plantitas así atacadas, se quiebran y caen o se debilitan. Cuando la podredumbre es causada por Fusarium, se observan las hojas más viejas amarillas y la raíz principal muestra una decoloración café-rojizo que pueden extenderse a todo alrededor de la raíz y el tallo. Las raicillas son también afectadas y mueren y se desarrollan otras arriba de la lesión que mantiene viva la planta. En el caso de Sclerotium la planta sufre una marchitez súbita y el tallo presenta una apariencia seca y un crecimiento fungoso de color blanco con pedditas de color blanco o crema (esclerocios) que son las fructificaciones del hongo y su medio de propagación. Cuando el organismo causal es Pythium las plántulas se marchitan y mueren. El tejido afectado se vuelve suave y al partir longitudinalmente el tallo, la médula está desintegrada y llena de un micelio algodonoso blanco. No se conoce hasta el presente, un método de control efectivo. Todas las variedades son más o menos susceptibles; sin embargo, éstos hongos no se comportan tan agresivos cuando las condiciones son ideales para el buen desarrollo de las plantas; por lo tanto las prácticas culturales tendientes a lograr un buen crecimiento, ayudarán a evitar las pérdidas por esta enfermedad. La rotación de cultivos, sobre todo con cereales, es muy recomendable. El tratamiento de semilla con fungicidas protege a las plántulas por un periodo no muy largo.

### Mildiu vellosa

Esta enfermedad ha sido observada en diferentes zonas frijoleras, épocas de siembra y bajo condiciones climatológicas diversas. Ocurre severa bajo condiciones de humedad y nubosidad alta, a veces con pérdida total de la plantación. El hongo ataca los brotes jóvenes, flores, peciolo de hojas, provocando necrosis y retorcimiento de los tejidos que aparecen cubiertos de un vello blanquecino algodonoso. Generalmente el brote se seca y queda unido al tallo. Cuando el ataque ocurre en planta joven, para el crecimiento y no hay producción. En las vainas se producen lesiones café-claro, secas que llegan a cubrir hasta la mitad de la vaina.

El patógeno es un hongo del género Phytophthora cuya especie no se ha determinado y produce gran cantidad de esporangios y esporangióforos sobre los tejidos enfermos y es capaz de permanecer en el suelo de una cosecha a otra en ausencia de hospedantes. No se conoce el combate químico. Los cultivares Mex-81, Mex-80 R y Porrillo son altamente resistentes. El Turrialba 4, Pacuaral o Pavamor, Jamapa y S-182 son susceptibles.

### Tizón Bacterial común

Ocurre frecuentemente en aquellas zonas de temperaturas relativamente altas y en épocas lluviosas.

Síntomas: Se presenta en las hojas como pequeños puntos acuosos de forma irregular en el envés, luego crecen y coalescen dando manchas necróticas irregulares pardas oscuras rodeadas por un haloclorótico. A menudo se presenta a lo largo de los bordes de la hoja. En las vainas se presentan manchas de color café, poco hundidas, generalmente a lo largo de la línea de sutura de ambas mitades. En las semillas se forman manchas oscuras irregulares que son producidas por otras enfermedades. Es causada por la bacteria Xanthomonas phaseoli, que sobrevive en residuos de cosecha por 2 años o por mucho tiempo en la semilla. Se disemina por salpique de lluvia, insectos o el hombre. La siembra de semilla libre de la enfermedad constituye el mejor método de combate. Los tratamientos de la semilla con antibióticos no son efectivos. La rotación de cultivos o incorporación de los residuos de cosecha, ayudan al control. La aplicación de fungicidas a base de cobre junto con el antibiótico Agrimycin tan pronto aparece la enfermedad es efectivo en evitar su propagación. No se conocen cultivares resistentes en el país.

### Mosaico común

Es el virus más común e importante en el país, especialmente cuando los agricultores guardan su propia semilla. Es especialmente severo en las zonas bajas. Síntomas: Se presenta un mosaico de tonos verde oscuro y claro, notándose bandas verde-oscuro alrededor de las nervaduras principales de las hojas; también el acucharamiento y mal formación de los folíolos. Los síntomas pueden variar según el cultivar, la raza del virus y las condiciones ambientales. El virus se transmite en la semilla, por el áfido Myzus persicae en forma por todo el estilete y en forma mecánica.

El mejor método de control es sembrar semilla sana. Los cultivares Mex-27 N, 27R, S-182 N, Jamapa, Porrillo 1 han resultado resistentes.

### Enanismo

En general no tiene importancia, excepto cuando hay poblaciones altas de mosca blanca. Las hojas son pequeñas, ligeramente cloróticas, los internudos se acortan con proliferación de hijos, lo que le da aspecto arrepollado a la planta y no hay producción de vainas. A veces las plantas además de estos síntomas presentan un moteado clorótico intenso cuando la mosca ha transmitido también el mosaico dorado. El vector adquiere el virus de la escobilla, la cual es frecuente observarla con síntomas de mosaico. No se transmite en la semilla. Se debe controlar el vector cuando las poblaciones son altas.

### Mosaico dorado

Aparece esporádicamente en el país, cuando hay poblaciones altas de mosca blanca. Es sería en las regiones frijoleras del Pacífico seco en otros países de Centroamérica. Los síntomas consisten de un moteado amarillo intenso. El virus es transmitido por Bemisia tabaci y mecánicamente; no se ha logrado transmisión por semilla. Existen varias leguminosas silvestres hospedantes.

Se debe controlar el vector y hasta el momento no se conocen cultivares resistentes, comercialmente aceptables.

## ENFERMEDADES DEL FRIJOL PRODUCIDAS POR VIRUS Y BACTERIAS

### Características generales:

Los virus son entes submicroscópicos, constituídos de ácido nucleico y proteínas, se localizan dentro de las células como parásitos obligados, son considerados por muchos autores, como el punto de transición entre lo vivo y lo inanimado. No pueden reproducirse por sí solos, pero si inducen a la célula a formar réplicas de ellos, mediante el desvío de las funciones normales, la cual en forma errónea los va multiplicando.

La sintomatología producida por virus en las plantas, es totalmente diferente a las producidas por hongos y bacterias. Los virus actúan a nivel citológico, posteriormente puede observarse un complejo de síntomas expresados principalmente por alteraciones de color, enanismo, necrosis, malformaciones, epinastia, etc. Sin embargo, es importante hacer notar, que algunos virus se caracterizan por la inapariencia de síntomas ya que existen plantas de gran resistencia, que siendo portadoras del virus no exteriorizan la sintomatología, las cuales van a constituir focos de infección para otros hospederos de mayor susceptibilidad.

### TRANSMISION:

La transmisión de los virus es una de las características de mayor importancia que se debe de conocer, ya que ello va a constituir una de las medidas de control más importantes. La transmisión se efectúa corrientemente por medio de semilla, en forma mecánica, injertos, vegetativa e insectos, también los nemátodos y algunos hongos se citan en la literatura como transmisores de virus.

### Virus de mayor importancia en el cultivo de frijol.

#### A. Virus transmitidos por Afidos.

##### 1. Virus de mosaico común del frijol (VMCF).

Este virus se encuentra ampliamente distribuido en todas las zonas frijolerías del mundo, causando daños de considerable importancia. Tiene la particularidad de ser transmitido por la semilla y de ahí su gran distribución, las pérdidas causadas oscilan entre un 10 y 90% dependiendo de la edad en que la planta es afectada. El complejo de síntomas depende de la variedad, edad, condiciones climáticas y cepa o variante de virus; cuando la infección es por medio de semilla, las hojas cotiledonales muestran un moteado leve, en plantas adultas se produce enanismo, malformaciones, arrugamiento, además en las hojas se produce un moteado de zonas verde intenso, acompañadas de otras de color amarillo pálido.

Las hojas afectadas son a menudo más angostas y largas que las normales, las vainas son de menor tamaño y pocos óvulos. Temperaturas entre 15-25C favorecen la expresión de los síntomas. Existe una cepa del virus que se caracteriza por producir una necrosis sistémica la cual se ha denominado "raíz negra".

La transmisión se realiza, además de semilla, en forma mecánica y por insectos, siendo esta última de gran importancia en plantaciones ya establecidas. Existen unas 15 especies de áfidos que pueden transmitir el virus, sin embargo, los más corrientes son Myzus persicae y Aphis fabae.

Algunos autores citan como hospedantes del virus a algunas especies de Phaseolus, mientras que otros lo limitan únicamente a P. vulgaris.

El mejor control preventivo que se puede llevar a cabo, es por medio de semilla sana bajo un programa de certificación de la misma. En plantaciones establecidas la prevención de insectos vectores y la erradicación de plantas enfermas es una buena medida. Sin embargo, el método más eficaz y económico es la utilización de variedades resistentes, como Jamapa Ica-Tui y Porrillo sintético, que bajo un programa de certificación de semilla mejoraría en gran parte la producción de frijol en el país.

## 2. Virus de mosaico amarillo del frijol.

Este virus es de menor distribución que el VMCF, está más limitado a zonas templadas de Argentina, Brasil y Chile, citándose en este último país, grandes pérdidas debidas a esta enfermedad.

Los síntomas principales consisten de manchas cloróticas y mosaico en las hojas, se presenta una brotación anormal de las yemas, enanismo y mal formación de la planta. La madurez se atrasa y hay poca producción de vainas. Aunque está muy relacionado con el VMCF se diferencia de éste en que no se transmite en la semilla, además de que el mosaico es más severo y el color amarillo es más intenso. Dentro de sus principales hospederos se citan soya, maní, arveja y algunas leguminosas.

El virus es transmitido por los mismos áfidos que el anterior; pudiéndose también utilizar las mismas medidas preventivas de control.

## B. Virus del frijol transmitidos por moscas blancas.

Existen por lo menos 5 virus transmitidos por moscas blancas, son más localizadas en ciertas zonas, debido a que el insecto vector no se localiza a alturas superiores a 1.500 M.S.N.M. y a temperaturas inferiores a 20 C.

### 1. Virus del Mosaico Dorado del frijol.

Este virus es de gran importancia económica en áreas frijoleras del Pacífico Seco en Centro América. Cuando las plantas son afectadas durante los primeros 15 días de cultivo, las pérdidas son hasta de un 100%.

Este virus fue observado en Brasil, posteriormente Gámez demostró que una enfermedad virótica de El Salvador llamada corrientemente "moteado - Clorótico" correspondía en sus características al virus del mosaico Dorado descrito en Brasil.

Los síntomas más importantes son, que las plantas infectadas presentan una coloración amarillo-dorado intensa, con hojas enrolladas hacia el envés. El período vegetativo de las plantas se prolonga excesivamente y hay poca reducción en su tamaño. El virus no se transmite en la semilla y en forma mecánica se ha logrado transmitir, pero con mucha dificultad.

El virus es transmitido por Bemisia tabaci y hasta el presente, no se han encontrado fuentes de resistencia apropiadas, aunque sí alguna tolerancia. Es conveniente evitar siembras cercanas de soya, tomate, tabaco y algodón, ya que estos cultivos incrementan las poblaciones del insecto vector.

## 2. Virus del moteado clorótico del frijol.

Las plantas afectadas presentan reducción de su tamaño tienden a formar rosetas con una proliferación excesiva de yemas florales corrientemente se le da el nombre de "escoba de bruja". En las hojas jóvenes se presentan manchas cloróticas y las tardías muestran manchas amarillas, acompañadas de enrollamiento. Ataques tempranos enanifican la planta en forma severa. B. tabaci es también agente vector.

## C. Virus del frijol transmitidos por crisamélidos.

### 1. Virus del mosaico rugoso.

Este virus fue observado a Turrialba en el año 1964 y descrito por Gámez, quien encontró tres tipos diferentes de reacción; Inmunidad, hipersensibilidad o resistencia dada en forma de lesiones locales y susceptibilidad manifestada como reacción sistémica.

Las plantas afectadas por este virus muestran un mosaico severo de tonos verdes y fuertes rugosidades, las vainas también presentan moteado y malformaciones. El virus no se transmite en la semilla, pero sí en forma mecánica; los agentes vectores de la enfermedad son: Diabiotica balteata, D. adelpha y Ceratoma ruficornis comportándose este último como el vector más eficiente. La soya y el frijol lima son hospederos de la enfermedad junto con algunas leguminosas. Trabajos de investigación citan fuentes de resistencia para controlar esta virosis; sin embargo, un buen control químico de los insectos vectores ayudan a reducir la enfermedad en plantaciones establecidas.

### 2. Virus del mosaico sureño.

El nombre de este virus obedece a que fue descrito en la parte sur de los Estados Unidos. En Costa Rica, en uno de los primeros trabajos sobre virología, fue descrito por Murillo en 1966, demostrándose reducciones en la producción de un 83 a 94%, en variedad susceptibles bajo condiciones experimentales.



El virus del mosaico Sureño induce la aparición de tres tipos diferentes de síntomas: lesiones locales, mosaico sistémico y necrosis sistémica, dependiendo la severidad, de acuerdo a la variedad, condiciones climáticas y raza de virus. Los síntomas de infección sistemática no son muy diferentes de los indicados por los virus del Mosaico Rugoso y Común, estos consisten de un moteado leve que aumenta su severidad al acercarse a la floración. Es frecuente la aparición de bandas verdes a lo largo de las nervaduras.

Las hojas presentan corrugación y malformaciones; dependiendo de la variedad y raza de virus puede haber una fuerte reducción de su tamaño, los síntomas en vainas son usualmente severos, éstos se distorcionan adquiriendo una coloración verde oscuro reduciendo notoriamente su producción.

De este virus se han descrito tres razas, la original descrita en el sur de Estados Unidos, la raza del mosaico severo de México, y una nueva en frijol de costa descrita en Ghama.

El virus del mosaico Sureño se transmite por medio de la semilla y específicamente en la cubierta; se transmite también fácilmente en forma mecánica.

Dentro de los agentes vectores se citan:

Ceratoma trifurcata, Epilachna varivestis y Diabrotica adelpha. Dentro de los hospederos más corrientes se citan: Soya, frijol lima y frijol de costa, además de otras leguminosas. El uso de variedades resistentes control de insectos y utilización de semilla libre de virus, son medidas que proporcionarían un buen control de la enfermedad.

### 3. Virus del moteado amarillo del frijol.

Este virus fue descrito en Estados Unidos en 1948; en nuestro país fue descrito por el Dr. Gámez y según parece, no hay evidencia de que cause reducciones importantes, en la producción de frijol.

Las plantas infectadas muestran un ligero moteado color amarillo siendo estos síntomas más leves que los inducidos por los virus del Mosaico Rugoso, Sureño y común. Además del moteado, las plantas presentan manchas amarillas, que pueden cualeser y formar áreas de bordes definidos y forma irregular.

Las manchas disminuyen en intensidad y número al acercarse el período de floración. Se han observado ligeras variaciones en la severidad de los síntomas, de acuerdo a la variedad, época de infección y condiciones climáticas. El virus no es transmisible en la semilla, pero sí, en forma mecánica, los agentes vectores más eficientes son Ceratoma ruficomis y Diabrotica balteada. Además del frijol, se citan como hospederos: frijol lima, soya, gandul, arveja, algunas vinas y muchas otras especies de leguminosas.

Hasta el presente no se ha descrito germoplasma que presente resistencia a la enfermedad y los métodos de control han sido poco estudiados; sin embargo, sería de gran beneficio utilizar algunas medidas de control e renunciadas para otros virus.

## ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR BACTERIAS.

### Características generales:

Las bacterias son organismos unicelulares cuyo tamaño oscila entre 0.3- y 1.0 m. de ancho y 0.6 y 4.5 m. de largo, tienen generalmente forma de bastones aislados o en cadenas, casi todas son móviles, ciliados; a excepción del género Corynebacterium todas las demás bacterias fitopatógenas son Gram (-) su reproducción es por medio de fisión binaria.

Las bacterias fitopatógenas se pueden dividir en tres grupos de acuerdo al tipo de daño que causan:

1. Enfermedades vasculares: Se caracterizan por el marchitamiento, ya que el organismo o los residuos metabólicos del mismo, obstruyen la conducción de agua a la parte superior de la planta.
2. Enfermedades parenquimatosas: Los síntomas principales son necrosis, manchas foliares, atizonamiento y finalmente podredumbre total del órgano afectado.
3. Enfermedades hiperplásticas: Caracterizadas por la presencia de túberculos.

En el cultivo de frijol existen dos enfermedades incitadas por bacterias que en muchos países son de gran importancia económica.

"La mancha o tizón común" es producida por Xanthomonas phaseoli y la "mancha de halo" incitada por Pseudomonas phaseolicola. Ambas se diferencian de acuerdo a la distribución ecológica y por condiciones de temperatura, ya que la primera se localiza en zonas donde la temperatura es relativamente alta, abajo de 1000 m. y es muy conocida.

"La mancha de halo" necesita temperaturas más frescas, abajo de 20°C se localiza en regiones altas y en Costa Rica es prácticamente desconocida.

X. phaseoli se caracteriza por producir pequeñas manchas translúcidas de aspecto acuoso color verde claro, posteriormente éstas se desarrollan y coalescen produciendo tejidos necróticos, de color café y forma irregular, rodeadas por un halo amarillento bien definido. En vainas se presentan manchas acuosas, verde oscuro, que contrasta con el verde normal de las mismas.

Generalmente estas manchas se distribuyen a todo lo largo de la sultura, penetrando luego dentro de la vaina e infectando la semilla.

La principal fuente de inóculo, la constituye la semilla infectada y residuos de cosechas. La penetración se realiza por medio de estomas o heridas, ayudadas por una película de agua; dentro de sus principales hospederos se citan algunas especies de Phaseolus.

"La mancha del halo" ataca hojas, tallos y vainas, en las hojas los síntomas se inician como pequeñas lesiones de color verde pálido, posteriormente se agrandan produciendo manchas necróticas, rodeadas de un halo amarillento de color café rojizo.

En los tallos se observan estrías longitudinales, que pueden posteriormente agrietarse, de donde sale un exudado bacterial de color gris viscoso.

Hasta el presente ha sido difícil obtener buenas fuentes de resistencia a estas bacterias, aunque si, se ha conseguido buena tolerancia, sin em bargo, las mejores prácticas a realizar son, utilizar semilla, libre de la enfermedad y rotación de cultivos. También se han utilizado algunos productos químicos como agrimicin y cobres que han mostrado una eficiencia moderada.

PRINCIPALES INSECTOS ASOCIADOS CON EL FRIJOL EN COSTA RICA,  
BIOLOGIA Y COMBATE

Ing. Gilbert Fuentes, M.Sc.  
Entomólogo  
Escuela de Fitotecnia  
Universidad de Costa Rica

En agricultura, donde las decisiones son de tipo económico, la definición de plaga se basa no solamente en el daño causado por los insectos y ácaros, sino también en el valor que tenga el cultivo en el mercado y en el costo del control del agente perjudicial. Por lo tanto, podemos definir como *plaga de importancia económica o plaga controlable*, a todo ser capaz de producir disminución en el rendimiento y la calidad de un determinado cultivo, y cuyo costo en suprimirlo es inferior al valor del beneficio obtenido al controlarlo.

En general, todos los insectos y ácaros que habitan en los campos de frijol, pueden ser considerados como plagas potenciales. Sin embargo, en la naturaleza existen determinados factores que mantienen el equilibrio o balance entre las distintas especies, de tal manera que las poblaciones, gracias a esto, permanecen a niveles subeconómicos. Cuando, por alguna circunstancia, este equilibrio se rompe, algunas especies se transforman en plagas económicas. Por fortuna, esto ocurre tan sólo con un pequeño número de ellas.

La incorporación de nuevas áreas de siembra, la ampliación de las zonas de riego, el monocultivo, el empleo incorrecto de productos químicos, la introducción de nuevas variedades, los cambios en la demanda y los costos de producción, el mejoramiento de los sistemas de transporte, etc., en muchos casos han contribuido al incremento de las poblaciones de plagas importantes o a la aparición de otras menos conocidas.

El equilibrio o balance existente en la naturaleza, citado anteriormente, se mantiene por la acción que ejercen sobre las plagas determinados factores naturales. Por eso, se le denomina *control natural*. De estos factores, podemos destacar los *climáticos*, entre los cuales el más importante es, en nuestro medio, la humedad; *topográficos*, como ríos, montañas, etc.;

y los *agentes bióticos* o los llamados *enemigos naturales*, como pájaros, reptiles, parásitos, depredadores y patógenos de insectos. Debemos esmerarnos en proteger este tipo de control, ya que es, sin duda alguna, el mejor y el más económico.

No siempre es posible mantener el equilibrio en la naturaleza o en los cultivos. Por lo tanto, es preciso utilizar, en muchas ocasiones, los medios de control ideados por el hombre para evitar o disminuir las pérdidas ocasionadas por las plagas, es el llamado *control aplicado*. Dentro de estas medidas, se encuentran el *control mecánico y físico* (trampas, barreras, inundación controlada, etc.); las *medidas culturales* (prácticas agrícolas normales, como rotación de cultivos, variedades resistentes, cultivos intercalados, época de siembra, destrucción de rastros, etc., aplicadas al control de plagas); el *control biológico* (introducción o incremento artificial de parásitos, depredadores o patógenos de las plagas); las *medidas legales* (leyes que reglamentan la época de siembra, de cosecha, uso de variedades aprobadas por los aseguradores de las cosechas, uso y manejo de los plaguicidas, etc.), y el *combate químico* (uso de productos químicos de efecto tóxico para las plagas). En los últimos años, se procura combinar todas estas medidas a fin de obtener un control más racional, basándose especialmente en principios de ecología, es el denominado *control integrado o manejo de plagas*.

A pesar de lo promisor de los métodos citados, en nuestro país todavía no se han desarrollado lo suficiente para conseguir un control satisfactorio de los insectos y ácaros perjudiciales, debido a que se ha hecho muy poca investigación básica. Por lo tanto, lo único disponible que tiene el agricultor para defender sus siembras es el empleo de productos químicos; es el llamado *control químico*, al cual nos vamos a referir en este trabajo.

#### Control Químico:

Como su nombre lo indica, es el control donde se utilizan sustancias químicas para disminuir o eliminar las poblaciones de plagas.

Los productos que mencionaremos para el cultivo del frijol, serán solamente algunos de los insecticidas y acaricidas que se encuentran amplia-

.../

mente en nuestro país, ya que sólo algunos de ellos son realmente eficaces o económicos para combatir las plagas del frijol. El agricultor o el agente de extensión agrícola debe estar al corriente de esta circunstancia y seguir estrictamente las normas e indicaciones establecidas para su uso, a fin de no romper el equilibrio natural y, a la vez conseguir que los costos de producción se mantengan bajos. Los productos químicos plaguicidas, deben utilizarse tan sólo cuando se compruebe la presencia de la plaga en el campo y se justifique económicamente el control de la misma; por el contrario, jamás deberá emplearse en forma preventiva.

#### Formulaciones:

Los insecticidas o acaricidas se fabrican en forma de polvos, líquidos o granulados. Por lo regular, vienen en forma concentrada para ser diluidos en agua. Algunos polvos y los granulados, así como ciertos concentrados, se expenden en el mercado en forma preparada para aplicarse directamente.

La elección de la formulación adecuada de cualquier producto químico, depende de una serie de factores, tales como la plaga que se va a controlar, el estado del cultivo y otros factores de tipo económico o climatológico. Así,

1. *Los polvos para espolvoreos* se utilizan, generalmente, cuando los cultivos están muy tupidos o cerrados y se necesita que el producto penetre dentro del mismo, o bien en aquellos lugares donde no se encuentre agua a mano. Poseen poco efecto residual, debido a que se remueven fácilmente por acción de la lluvia o viento. Tienen la desventaja de que su costo es más elevado, y que deben aplicarse en horas tempranas de la mañana o de la tarde, a objeto de aprovechar la humedad ambiental y evitar la acción del viento.

2. Las formulaciones para ser aplicadas en *aspersiones*, son posiblemente las más utilizadas, debido a que no tienen limitaciones climáticas ni ambientales. Cuando el follaje está muy tupido, hay menor penetración; en este caso, se recomienda el empleo de maquinaria de bajo volumen. Con ellos se obtiene mayor efecto residual, especialmente con los polvos mojables.

.../

3. Los *granulados* se utilizan para el combate de plagas del suelo o bien para efectuar un control selectivo, como es el de chupadores mediante productos sistémicos que se absorben por las raíces.

En las aspersiones a *ultrabajo volumen* (ULV), se utilizan directamente productos líquidos concentrados, de una formulación especial, y en dosis muy bajas, por lo regular de 1 a 2 litros por hectárea. Para efectuar estos tratamientos, es necesario disponer de equipo de aspersión especial.

#### Dosificaciones:

Entendemos por dosificación, la cantidad de producto, bien sea comercial o de materia activa, que debe aplicarse a una área o superficie determinada para controlar satisfactoriamente una plaga. Las recomendaciones actualmente se dan en base al sistema métrico decimal, ya sea en kilogramos (kg/Ha), o bien en litros (lt./Ha). Es muy importante saber si la recomendación es de producto comercial o de materia activa. Los productos comerciales contienen, generalmente, un porcentaje determinado de materia activa. Por ello, cuando se confunden, puede correrse el riesgo de aplicar una dosis inferior a la recomendada y, entonces, no obtenerse el control deseado.

La dosificación es constante, lo que varía es la dilución o mezcla que se utiliza, de acuerdo al equipo empleado en el tratamiento. En líneas generales, puede decirse que el gasto, en condiciones normales, es el siguiente:

Bomba de espalda manual: de 400 a 600 lts/Ha.

Bomba de espalda a motor (bajo volumen): de 150 a 200 lts/Ha.

Bomba acoplada a tractor: de 200 a 300 lts/Ha.

Avión o helicóptero: de 20 a 50 lts/Ha.

Ultrabajo volumen: de 1 a 2 lts/Ha del producto comercial.

Para espolvoreos con cualquier equipo: de 15 a 30 kg/Ha.

Granulados: de 12 a 20 kg/Ha.

La mayoría de las plagas del frijol en Costa Rica son polífagas, esto es, atacan a diversas leguminosas cultivadas, silvestres y a otros cultivos.

Con base en la literatura y en nuestras propias observaciones, las plagas más importantes en nuestro país son:

Insectos que atacan al frijol en estado de plántula:

1. Gusanos cortadores o cuerudos (*Agrotis* spp., *Feltia* spp., etc.)
2. Jobotos (*Phyllophaga* spp.)
3. Gusano telilla (*Elasmopalpus lignosellus*)

Insectos comedores del follaje:

1. Vaquitas (*Ceratomyza ruficornis*, *Diabrotica* spp., etc.)
2. Larvas de lepidópteros (*Estigmene acrea*, *Urbanus proteus*, *Hedylepta indicata*, *Trichoplusia ni*, etc.)
3. Zompopas (*Acromyrmex octospinosus*, *Atta cephalotes*, *A. sexdens*)
4. Minador de la hoja (*Liriomyza sativae*, *Japanagromyza* sp.)

Insectos chupadores:

1. Saltahojas o cigarritas (*Empoasca kraemeri*)
2. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)
3. Afidos (*Microparsus (Picturaphis) brasiliensis*, *Aphis craccivora*)

Acaros fitoparásitos:

1. *Tetranychus urticae*, *T. ludeni*

Insectos que atacan las vainas:

1. *Heliothis* spp.
2. *Maruca testulalis*

Insectos que atacan al frijol almacenado:

1. Falsos gorgojos (*Acanthoscelides obtectus*, *Zabrotes subfasciatus*)

Esta división de las partes de la planta atacada no es estricta, puesto que los crisomélidos y *Trichoplusia* también atacan a las vainas jóvenes, en tanto que *Heliothis* puede atacar también al follaje y yemas.

Distribución de los insectos plagas más importantes:

El complejo de plagas del frijol varía ampliamente de una región a otra en Costa Rica, pero no se dispone de una documentación completa al respecto, ni se han hecho estimados de la importancia económica de las diferentes plagas en nuestro país.



### Niveles de población de importancia económica:

Un aspecto importante del manejo de plagas, es el nivel de daño que se puede tolerar en términos económicos. Greene y Minnick (1967) obtuvieron una reducción en el rendimiento del 37%, con un 25% de defoliación una semana después de la floración, en tanto que durante la floración las reducciones en el rendimiento sólo se iniciaron con una defoliación que osciló entre el 33 y 50%. Los estudios realizados por el Dr. Gálvez del CIAT (1975) mostraron que las defoliaciones más perjudiciales son las que ocurren entre los 30 y 45 días después de la siembra (inicio de la floración hasta finales de la floración). Sólo se presentaron pérdidas en el rendimiento mayores del 35% cuando se eliminó más del 60% del follaje. Los resultados de estudios con el saltahojas *Empoasca kraemerii*, indicaron una pérdida en rendimiento del 6.4% por cada ninfa adicional por hoja (CIAT, 1975). Estos datos indican que el frijol puede tolerar ciertos niveles de defoliación o daño ocasionado por insectos, sin que se presenten pérdidas en rendimiento o sin la necesidad de aplicar medidas de control.

### Insectos que atacan al frijol durante el estado de plántula:

#### Gusanos cortadores (Lepidoptera: Noctuidae):

Los gusanos cortadores, conocidos también como cuerudos, rosquillas o pulgones, son larvas de varias especies de mariposas de vida nocturna, muy semejantes en hábitos y biología.

Daños: Los daños causados por las larvas, aparecen, generalmente cuando las plantas están pequeñas, en áreas localizadas en el campo. Pueden reconocerse con facilidad por las plántulas caídas o cortadas a ras del suelo. Al excavar alrededor de estas plantas, se consiguen las larvas cerca de ellas. Los perjuicios causados por esta plaga, son más severos en campos mal preparados o cuando esta operación se ha efectuado con poca anterioridad a la siembra. Esto último, permite a los cortadores alimentarse con los restos de las plantas enterradas, hasta que aparecen las nuevas en el campo, en este caso el cultivo.

Biología: Los adultos ponen los huevos en masas o conglomerados, sobre las hojas de leguminosas o bien en malezas, como los bledos (*Amaranthus* spp.) y verdolaga (*Portulaca oleracea*). De ellos salen a los 5 días pequeñas

larvas, las cuales comienzan a roer la epidermis o superficie de las hojas. Cuando adquieren cierto tamaño, se van al suelo y allí permanecen el resto de su vida, unos 25 días. De noche salen a la superficie y trozan las pequeñas plantas, para alimentarse de la parte aérea de las mismas. Pupan en el suelo y permanecen en este estado por unos 15 días, si las condiciones les son favorables, y transcurrido este plazo, emergen los adultos. Cuando las condiciones les son desfavorables, pueden permanecer en el estado de pupa por un período largo, hasta que el clima o el medio ambiente les permiten salir del mismo.

Control: Para evitar los ataques de esta plaga, deben combinarse los métodos culturales con el combate químico de la misma.

a) Medidas culturales: La buena preparación del terreno, constituye una medida muy importante para evitar los ataques de cortadores. Para ello, deben darse varios pases de rastra y efectuar dichas operaciones a un intervalo de tiempo prudencial. Con esto se elimina gran cantidad de larvas y pupas, las cuales, al quedar al descubierto, son destruidas por los pájaros y otros animales. Por otra parte, al permanecer el campo sin vegetación por más de 45 días, se rompe el ciclo de la plaga y, así, la futura siembra queda libre al principio de cortadores. Si el campo ha sido sembrado con anterioridad con maíz, deben extremarse las medidas citadas arriba, a fin de evitar el criadero de cogolleros, que se convierten posteriormente en cortadores muy activos. Sin embargo, en ensayos preliminares realizados en el CIAT, se observó que el frijol no es el hospedante preferido por *Spodoptera frugiperda*, uno de los cortadores más importantes. En cultivos asociados de frijol y maíz, el daño ocasionado por cortadores en el frijol fue casi nulo, en tanto que en el monocultivo de maíz el daño fue significativamente mayor (71.3%) que en el maíz asociado con frijol.

b) Combate químico: En primer lugar, debe efectuarse siempre una inspección periódica y meticulosa del campo de cultivo. Para ello, han de revisarse los alrededores de las plantas caídas, dobladas o marchitas, a fin de buscar las larvas que ocasionaron el daño. De esta manera, se localizan los ataques iniciales y se facilita y abarata el costo del control de la plaga.

.../

hasta una profundidad de 20 cm. Se toman al azar 7 muestras de suelo por Ha; regístrase el número promedio de larvas por 0.1 m<sup>2</sup>. También se puede escoger 20 plantas o macollas de malezas vivas y revisar el suelo al pie de las plantas y al contorno de las raíces. Se recomienda aplicar insecticidas cuando en los recuentos se encuentra un promedio de 1 larvas por dos muestras o 1 por dos macollas de malezas. Además se puede contar el número de larvas descubiertas, abriendo el surco con bueyes al momento de la siembra. Cuando se encuentre una larva por metro de surco, se recomienda controlar. Aplicar sobre el surco cualquiera de los siguientes insecticidas:

<u>Insecticidas y Formulación</u>	<u>Dosis en kg producto comercial/Ha</u>
Volatón 2.5 G	35
Toxafeno 10 G	21
Clordano 20 P	14
Furadán 5 G	10

Gusano telilla (Lepidóptera: Pyralidae):

*Elasmopalpus lignosellus* es una plaga esporádica del frijol; ataca diversas malezas y plantas cultivadas, como el maíz, caña de azúcar, tabaco, etc.

Daños: Las larvas ocasionan daños en las plántulas al penetrar al tallo por sitios a escasa profundidad del suelo, y barrenando hacia arriba, lo cual ocasiona mortalidad de plantas y, en consecuencia, pérdida de uniformidad del cultivo. Las infestaciones se ponen de manifiesto por tallos engrosados, en tanto que la larva forma con las partículas del suelo una cámara pupal pegada al tallo.

En frijol las larvas roen superficialmente el tallo, o penetran taladrando por dentro. Las plantas atacadas se marchitan sin daño aparente. Sólo al sacarlas se observa en la base del tallo el orificio de la entrada con la larva dentro.

Las raíces de frijoles atacadas quedan generalmente intactas (distinción con las plantas marchitas atacadas por jobotos). Al principio del ataque

Para el combate químico de los cortadores, se obtienen buenos resultados con el empleo de cebos envenenados. Tales cebos se preparan con 1 kg de Dipterex P.S. y 60 kg de afrecho. El producto se disuelve en 15 litros de agua y 1 kg de melaza (o de azúcar), y se mezcla hasta conseguir que pueda moldearse con la mano sin que se apelmace. El cebo se riega sobre el hilo de siembra al atardecer, y tan sólo se aplica en los sitios donde se observen daños y no en todo el campo. Aplicar el cebo con guantes de hule.

En condiciones de mucha lluvia, en donde los cebos no trabajan bien, se puede aplicar cualquiera de los siguientes insecticidas:

<u>Insecticidas y Formulación</u>	<u>Dosis en Kg i.a./Ha</u>
Toxafeno E	2-3
Toxafeno + DDT E	5+4
DDT PM, o E	4
Dipterex PS	0.5-1
Aldrin P, o E	1-2
Clorahep E, o G	1-2

#### Jobotos (Coleóptera: Scarabaeidae):

Son las larvas de los escarabajos, llamados "abejones de mayo", de color blanco y curvadas en forma de C o U. Los adultos no causan daño al frijol.

Daños: Las larvas se alimentan de las raíces, causando en el frijol marchitamiento de la planta. Arrancándolas se puede observar que las raíces han sido comidas.

Biología: En Costa Rica existe un complejo de especies, pertenecientes al género *Phyllophaga*. Su biología no ha sido estudiada, aunque se ha observado que su población es mayor en suelos con alto contenido de materia orgánica.

Combate químico: La aplicación de insecticidas al suelo para el control de jobotos está sujeta a los niveles de población de las larvas. Para ello hay que hacer un muestreo, se cuenta el número de larvas en 0,1 m<sup>2</sup>

.../

las larvas llegan a las plantas por túneles recubiertos con seda.

Biología: La hembra adulta oviposita los huevos individualmente sobre las hojas, tallos o en el suelo. Los seis estados larvales tienen un período de duración de 13-24 días, y posteriormente empupan en el suelo. Los huevos eclosionan en 2-3 días en condiciones cálidas y secas, que es cuando se presentan las infestaciones más severas. La larva del primer estadio mide alrededor de 2 mm de longitud, es verde azulada con bandas azuladas alrededor del cuerpo. Una característica típica para reconocerla, en cuanto a su comportamiento, es que salta cuando se le perturba. En condiciones favorables el ciclo dura de 25 a 30 días, desde el estado de huevo hasta el adulto. El adulto tiene alas delanteras que varían desde claro hasta oscuro en el macho, y negras en las hembras.

Control:

a) Medidas culturales: *Elasmopalpus* adquiere importancia como plaga sobre todo en suelos muy arenosos que se drenan rápidamente. El mejor control se logra mediante el mantenimiento del terreno limpio de rastrojo durante períodos prolongados o mediante riego fuerte a intervalos cortos.

b) Control químico: Es difícil debido al hábito subterráneo. En partes del campo donde se presenta considerable daño, se pueden aplicar insecticidas dirigidos a la base de la planta. Se puede aplicar cualquiera de los siguientes insecticidas sistémicos:

<u>Insecticidas y Formulación</u>	<u>Dosis en Kg i.a./Ha</u>
Bidrin E. (=Carbicron)	0.3-0.5
Nuvacron E. (=Azodrin)	" "
Dimecron E.	" "

Insectos comedores del follaje:

1. *Vaquitas* (Coleoptera:Chrysomelidae):

Muchas especies de crisomélidos atacan al frijol. Los géneros *Cerotoma*, *Andrector*, *Diabrotica* y *Diphaulaca*, contienen las especies más abundantes y paradójicamente no se conoce bien la biología de las mismas.

Daños: Las vaquitas causan daños en su forma adulta, al alimentarse del follaje tierno de las leguminosas. El ataque de la plaga se reconoce

.../

fácilmente por ser en forma de orificios circulares en la superficie de las hojas. Una característica de estos insectos es su aparición violenta en gran número, y su desaparición del campo en la misma forma. Las vaquitas producen los mayores daños desde la germinación hasta que el cultivo llega a los 30 días. En casos extremos, los ataques de la plaga puede llegar a causar, incluso, el secamiento de las plantas.

*Ceratomyza ruficornis* es probablemente la especie más importante en Costa Rica por transmitir el virus del mosaico rugoso del frijol. Este insecto tiene el protórax rojo y los élitros negros, con dos bandas transversales amarillas.

Biología: Como se dijo anteriormente, poco es lo que se sabe acerca de la biología de las diferentes especies de crisomélidos del frijol. Una de las más estudiadas es *Diabrotica balteata* que es la que se cita a continuación: Las hembras comienzan la oviposición cuando cumplen 1-2 semanas de edad. Los huevos son ovipositados individualmente o en masas hasta de 12 huevos en grietas del suelo o bajo desechos de plantas. La hembra adulta, que tiene un período de vida de 17-44 días (promedio de 26.4 días), oviposita más de 800 huevos. La oviposición generalmente se presenta a intervalos de pocos días. Los huevos eclosionan en 8.2 días a una temperatura de 27°C. En raíces de soya a 27°C, los tres estadios larvales tienen una duración de 10.5 días. La pupa se forma en una celda pupal en el suelo, y este estado tiene una duración de 7.2 días bajo esta temperatura.

May y Fuentes (1978) observaron que a 30°C el ciclo de vida de este insecto duró 5 días para el estado de huevo, 14 para el larval y nueve para la pupa.

En tanto que los adultos se alimentan en muchas especies de plantas, que incluyen el maíz (flores y polen) y hojas de frijol, las larvas se desarrollan en raíces de maíz, preferentemente. Young y Candia (1962) encontraron que los adultos de *D. balteata* prefieren alimentarse en plantas jóvenes de frijol y prefieren ovipositar cerca de plantas jóvenes de maíz.

Control:

a) Medidas culturales: Destrucción de hospederos alternos, como las malezas *Amaranthus* spp. (bledos), *Leptochloa filiformis* (pasto amargo),

*Echinochloa colonum* (arrocillo) y *Rottboellia exaltata* (zacate indio). El cultivo asociado de maíz con frijol puede favorecer el incremento de la población de *D. balteata*, por esta razón, en estas condiciones, o cuando los terrenos de frijolares han sido precedidos por maíz, deben prepararse bien para destruir las larvas de *Diabrotica*.

b) Control químico: El ataque de vaquitas generalmente coincide con el estado en que el frijol tiene mayor tolerancia al daño foliar. Los períodos susceptibles en que la planta puede necesitar protección son: a) los primeros 14 días; b) el inicio de la floración; c) el llenado de las vainas. Aplicar cualquiera de los siguientes productos:

Dipterex 95% PS	0.7 kg/Ha
Sevin 80% PM	1.25 Kg/Ha
Diazinon 25% PM	0.5 kg/Ha

## 2. Larvas de lepidópteros:

Existen diversas especies de lepidópteros que se desarrollan en el frijol. Aunque las larvas se detectan fácilmente en el frijol, las poblaciones generalmente son muy bajas para ocasionar daños económicos. Su nivel de control biológico es alto.

### a) *Urbanus proteus* (Lepidoptera: Hesperiiidae):

El enrollador de la hoja del frijol se encuentra ampliamente distribuido en este cultivo, desde los Estados Unidos hasta Brasil. Las reducciones en rendimiento se presentan cuando se elimina más de  $725 \text{ cm}^2$  de área por planta. Los primeros tres estadios larvales de *Urbanus* no logran ocasionar estas reducciones, pero para que las larvas del cuarto estadio larval, que consumen un promedio de  $27.7 \text{ cm}^2$ , ocasionen reducciones en el rendimiento, deben estar presentes 26 larvas por planta. Del quinto estadio larval, que consumen  $162.4 \text{ cm}^2$  de follaje, deben estar presentes 4.4 larvas por planta para reducir los rendimientos. Asumiendo un 50% de mortalidad por estadio, se requerirían 140.8 huevos por planta, población que rara vez se alcanza. Frecuentemente se han encontrado larvas en malezas del género *Desmodium* sp. (pegapega).

.../

La mariposa adulta oviposita 1-6 huevos por hoja en el envés de las hojas, y la larva joven dobla y pega una pequeña sección de los márgenes de la hoja, y sin embargo, frecuentemente se alimenta en otro sitio. En esta cavidad también se forma la pupa. Las larvas se caracterizan por tres líneas longitudinales dorsales y una cabeza color marrón rojizo de gran tamaño.

En condiciones de campo el 4% de los huevos alcanzan el quinto estadio larval. A una temperatura de 29.5°C, los huevos eclosionan en 2.8 días. Los adultos es corriente observarlos visitando las flores de *Lantana camara* y en campos de frijol en floración.

b. *Estigmene acrea* (Lepidoptera: Arctiidae):

El gusano peludo, aunque ataca al frijol, se le encuentra más comúnmente en el algodón; también ataca a la lechuga, remolacha, diversas hortalizas, soya, ajonjolí, tabaco y diversas malezas como *Amaranthus palmeri* y *Physalis angulata*.

La hembra adulta oviposita sus huevos en masas, y durante su ciclo alcanza a ovipositar un total de 1.000 huevos. Las larvas se desarrollan en 17-19 días en *Amaranthus*. Las larvas jóvenes se juntan y las plantas de frijol aisladas pueden quedar totalmente defoliadas. Las larvas más viejas son solitarias; su cuerpo está recubierto por setas. Las larvas empupan en el suelo en desechos de plantas. El adulto es una mariposa nocturna de color blanco con puntos negros en las alas.

El daño que pueden sufrir las plantas individuales en las que se desarrollan los estados gregarios del insecto, puede ser muy severo, aunque en frijol rara vez ocasiona un daño de importancia económica, ya que hay muchos parásitos y depredadores que reducen su población.

c. *Hedylepta indicata* (Lepidoptera: Pyralidae):

Es una plaga del frijol, soya y otras leguminosas. Las larvas viven entre hojas entretrejidas, que proporcionan protección contra el control químico y por esta razón le llaman pega-pega.



Biología y daño: La mariposa adulta ovíparita en el envés de las hojas. La hembra ovíparita un promedio de 330 huevos microscópicos, que eclosionan después de 3.5 días. Con base en estudios realizados en la India, las larvas verdes se desarrollan en un mínimo de 10.6 días y el estado pupal tiene una duración mínima de 5.1 días. Las larvas se alimentan del parénquima de las hojas entretrejidas.

Control: El nivel de control biológico es muy alto, por lo que rara vez llega su población a alcanzar daños de nivel económico. Las larvas sufren hasta un 85% de parasitismo por *Toxophoroides apicalis* (Hymenoptera: Ichneumonidae).

Las infestaciones a nivel dañino de las diferentes especies de lepidópteros citados anteriormente, se pueden combatir con Dipterex 95% PS, a razón de 1 kg/Ha.

### 3. Hormigas zompopas (Hymenoptera: Formicidae):

Las zompopas son insectos muy activos, sobretodo de hábitos nocturnos, capaces de defoliar gran cantidad de plantas en una sola noche.

Las especies más corrientes en Costa Rica son: *Acromyrmex octospinosus*, *Atta cephalotes* y en menor grado *Atta sexdens*.

Estas hormigas atacan todo tipo de cultivo; no se nutren directamente de las hojas, sino que las llevan a su nido para cultivar sobre ellas un hongo que les sirve de alimento.

Las zompopas son insectos de hábitos sociales, que viven en colonias organizadas debajo de la superficie del suelo. Los componentes del hormiguero están divididos en clases, cada una de las cuales tiene una función de trabajo específica. Así, la reina, de mayor tamaño que las demás, es la única hembra capaz de reproducirse. Las obreras, todas son hembras estériles, se dividen en varios grupos. Las de tamaño mediano son las que se observan en el exterior y se llaman cortadoras, exploradoras y cargadoras, de acuerdo con la función que ejercen en la tarea de conseguir hojas. Las más pequeñas, no salen nunca del nido, son las llamadas jardineras, encargadas de cuidar del hongo y de las crías. Las de mayor tamaño, de cabeza grande y de mandíbulas fuertes, son las llamadas soldados, que cuidan

de la defensa del hormiguero y no salen del nido más que en casos de emergencia. En cierta época del año (sobretudo para la entrada de las lluvias), la reina reproduce determinada cantidad de huevos fértiles, que darán origen a formas sexuales machos y hembras, las cuales son los encargados de perpetuar la especie. Al iniciarse las lluvias, éstos salen del nido en grandes cantidades para constituir nuevas colonias.

La existencia de un nido de zompopas en el campo se reconoce fácilmente, no sólo por el daño ocasionado a las plantas, sino también por los cambios que llevan a los nidos. En efecto, puede observarse montículos de tierra floja, producto de la construcción de nuevas galerías y cámaras, o bien bocas sin tierra. En otros casos, las entradas tienen una especie de torre elevada, compuesta por palitos secos. A ellas llegan los diversos caminos abiertos por las obreras en su continuo cargar de hojas. Estas entradas conducen a cámaras donde se encuentran los cultivos de hongos. La superficie ocupada por los hormigueros, puede llegar a ser de muchos metros cuadrados, de acuerdo a la edad de los mismos.

Daños: Como se dijo anteriormente, las zompopas causan daños al cortar las hojas en trozos para llevarlas al nido. Cuando el número de colonias en el campo es numeroso, los perjuicios son considerables. El tipo de corte, en forma semicircular a partir del borde, caracteriza el ataque de las zompopas y lo diferencia del de otras plagas comedoras de hojas. Todas las leguminosas pueden ser atacadas por las zompopas, aunque se nota en mayor escala, en algunos casos, en las siembras de maní.

Control: La manera eficaz de destruir los nidos de zompopas, consiste, en primer lugar, en localizar las bocas de entrada de los mismos y, luego aplicar a través de ellas insecticida a presión en forma de polvo. Para ello, han de seguirse a las cargadoras por los caminos que llevan al nido. Se marcan los lugares con una estaca y se le aplica el insecticida mediante una espolvoreadora accionada por fuelle, a cuya salida se le adapta un pico delgado de metal para facilitar la espolvoreación.

La espolvoreadora debe tener, preferiblemente, una llave de paso que permita la salida del polvo o bien solamente de aire. De esta manera, se asegura la entrada del producto hasta las cámaras más profundas. El polvo

.../

debe salir por todos los huecos. En caso de comprobarse que no emerge insecticida por alguna de las bocas del nido, se tapan todas las demás y se repite la operación hasta comprobar que el polvo sale bien por ésta. Los productos más recomendados para eliminar a las zompopas son el Aldrin 2.5% P o bien el Clordano 10% P.

También existen insecticidas en forma de cebo granulado (pellets), como el Mirex, el cual se debe regar en los senderos de mayor movimiento o cerca de las bocas de los hormigueros, el cual es transportado por las hormigas hasta la cámara de cría.

Los hormigueros tratados deben mantenerse bajo observación. Si a partir de 15 o 20 días más tarde, se nota nuevamente actividad en ellos, ha de repetirse el tratamiento.

#### Insectos chupadores:

##### 1. Saltahojas o cigarritas (Homoptera: Cicadellidae):

*Empoasca kraemeri* es una de las plagas más importantes del frijol, aunque no transmite enfermedades virosas. Es un chupador del floema; los síntomas se caracterizan por el enrollamiento y clorosis de las hojas, disminución del crecimiento y grandes pérdidas en rendimiento, hasta la pérdida total del cultivo.

Biología: Los huevos eclosionan en 3.9 días, y los cinco estadios ninfales duran de 8-11 días. Las hembras y los machos tienen un promedio de vida de 65 y 58 días, respectivamente. La oviposición por hembra oscila entre 13 y 168 huevos, con un promedio de 107.2. Las posturas son ovipositadas individualmente en las láminas foliares, pecíolos, tejido foliar o tallos del frijol. Se encontró que del 50 al 82% de huevos por plantas, son puestos en los pecíolos; dependiendo de la variedad. El daño puede ser físico y por obstrucción del tejido vascular, pero algunos autores indican la presencia de alguna toxina.

El ataque es más severo en condiciones climáticas secas y calurosas, y con baja humedad del suelo. El mismo nivel de infestación de saltahojas durante la estación lluviosa y alta humedad del suelo, ocasiona menor daño que en condiciones de carencia de humedad. Este factor influye

.../

sobre la fecha de siembra para el control de las poblaciones de saltaho-  
jas.

En el CIAT hacen la selección de materiales resistentes a *Empoasca*, gene-  
ralmente durante las estaciones secas o semi-secas, en tanto que para la  
producción de frijol recomiendan sembrar en la estación lluviosa, desde  
el punto de vista de control de insectos.

Sin embargo, las siembras a finales de la estación seca en algunos casos  
permanecen libres del daño por estos insectos, y los saltahojas colecta-  
dos a fines de la estación seca ocasionaron un daño relativamente menor  
que los colectados a comienzos de la estación seca. Se supone que la alta  
temperatura y la escasez de agua agrava el daño ocasionado por *Empoasca*.  
En Colombia, el *Empoasca* es más importante en los climas templados, entre  
los 1.000 y 1.500 metros sobre el nivel del mar.

Existen otras herramientas ecológicas importantes que se pueden utilizar  
para reducir las poblaciones de saltahojas y su daño. En el CIAT esta-  
blecieron parcelas de frijol con diversos niveles de densidad de malezas  
(desde 0 hasta 100% de cubrimiento del suelo por malezas), las poblacio-  
nes de saltahojas adultos y en estado de ninfa disminuyeron en un 43 y  
70.1%, respectivamente, cuando las parcelas libres de malezas se compara-  
ron con las parcelas con un nivel de cubrimiento del suelo del 100%. Es-  
ta reducción en la población de *Empoasca*, no se puede atribuir a un au-  
mento en las poblaciones de parásitos o predadores. Los rendimientos del  
frijol fueron igualmente iguales en las parcelas libres de malezas y en  
las parcelas enmalezadas. La disminución en la población de *Empoasca*, pu-  
do ser compensada por un aumento en la competencia de malezas.

Igualmente, cuando parcelas de frijol de 16 m<sup>2</sup> fueron rodeadas por franjas  
de 1 m de las principales malezas gramíneas del experimento de asociación  
frijol/malezas, *Eleusine indica* (pata de gallina) y *Leptochloa filiformis*  
(pasto amargo), las poblaciones de *Empoasca* se redujeron significativamente.

También en Colombia se encontró que el maíz ejerce un efecto en la reduc-  
ción de la población de *Empoasca*, cuando el frijol se siembra en asociación  
con el maíz. El maíz sembrado 20 días antes que el frijol, redujo las po-  
blaciones de saltahojas significativamente (72.3 saltahojas adultos por

muestra de 80 plantas de frijol, en comparación con 133, cuando el maíz y el frijol se siembran en la misma fecha). En contraste, cuando el frijol se siembra antes o después del maíz, las poblaciones de *Spodoptera frugiperda* en el maíz se redujeron significativamente (7.8 larvas por 40 plantas de maíz, cuando el frijol se sembró 20 días antes que el maíz y 25.8 cuando se sembró en la misma fecha).

La utilización de cobertura del suelo y sombrío también redujeron las poblaciones iniciales del *Empoasca*, en comparación con las parcelas sin tratamiento. Los conteos realizados a los 20 días después de la siembra, indicaron un promedio por muestra de 18 adultos en las parcelas con cobertura de suelo, en comparación con 103 adultos en las parcelas sin cobertura. A los 45 días después de la siembra, las plantas de frijol en las parcelas con cobertura se observaron más vigorosas y los mayores niveles de adultos se encontraron en estas parcelas (Schoonhoven, 1977).

Control:

a) Medidas culturales: Se recomienda la siembra de variedades tolerantes a esta plaga. En general variedades negras son menos susceptibles. En el CIAT se tiene un programa de investigación para la evaluación de variedades resistentes o al menos tolerantes.

En áreas donde hay mucha incidencia de *Empoasca*, se debe evitar las siembras en épocas secas, pues son las más atacadas.

b) Control químico: La necesidad de aplicar insecticidas se determina contando el número de ninfas por hoja trifoliar. Se cortan al azar 20 hojas trifoliales en lugares bien distribuidos del campo. Arrancada la hoja se cuentan inmediatamente las ninfas en el envés. Con un promedio de dos o más ninfas por hoja se puede aplicar cualquiera de los siguientes productos:

<u>Insecticida y Formulación</u>	<u>Litros/Ha prod. comercial</u>
Rogor L 40 E	0.75
Metasystox R-25 E	0.75
Diazinón 25% PM	1.0
Malatión 57% E	1.0

.../

## 2. Moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae):

La especie más común de mosca blanca en Costa Rica y que vive en el frijol es *Bemisia tabaci*. Tiene varios hospedantes en leguminosas y no leguminosas cultivadas, como el algodón, así como malezas. Es muy corriente encontrarlas albergadas en *Sida* spp. (escobilla). Este insecto es un vector de enfermedades virosas del frijol, como el mosaico dorado, el moteado clorótico y posiblemente más. La especie tiene una gran diversidad de sinónimos, y algunas razas se identifican con base en su característica de transmisión de virus. En ciertas regiones de Centroamérica y Brasil, el mosaico dorado es el factor más limitante de la producción de frijol. En este trabajo no se tratan aspectos sobre la transmisión de virus por las moscas blancas, véase (Gámez, 1971).

Daños: Las ninfas y adultos chupan la savia de las hojas, debilitando la planta, sin embargo la mayor importancia es por la transmisión de enfermedades virosas (mosaico dorado).

Biología: Los insectos adultos son diminutos, miden alrededor de 2 mm de largo. Las alas están recubiertas de un polvillo blanco. Las ninfas son inmóviles, se localizan en el envés de las hojas y parecen escamas pequeñas.

Los huevos son ovipositados individualmente o en grupos en el envés de las hojas, y el pedicelo del huevo se inserta en la epidermis. Desde el huevo hasta el estado adulto se requieren aproximadamente 3 semanas. El número de huevos por hembra oscila entre 25 y 32. Los tres estados inmaduros y el estado de pupa se fijan en el envés de las hojas. La identificación taxonómica se hace en el estado inmaduro.

### Control:

a) Medidas culturales: Combate de malezas hospederas preferidas como la escobilla (*Sida* spp.). Aparentemente las variedades negras son menos susceptibles.

b) Control químico: En la mayoría de las zonas frijoleras de Costa Rica este insecto todavía no justifica el combate químico. Infestaciones altas en la zona del Pacífico seco se pueden combatir, aplicando uno de los siguientes productos:

.../

Insecticidas y Formulación	Litros/Ha prod. comercial
Rogor L 40 E	0.75
Mestasytox-R 25% E	0.75
Malation 57% E	1.0

### 3. Afidos (Homoptera: Aphididae):

Las plantas de frijol son atacadas por diversas especies de áfidos. El daño directo que ocasionan no es de importancia, pero su habilidad para transmitir el virus del mosaico común del frijol, los hace plagas de importancia económica. La especie más común en los frijolares de Costa Rica es *Microparsus (Picturaphis) brasiliensis*.

Es interesante anotar que cuando los áfidos quedan capturados por los tricomas en forma de gancho de las hojas del frijol, la mortalidad es alta. El porcentaje de capturas y el número de tricomas en forma de gancho aumenta cuando las plantas se cultivan bajo condiciones secas, en comparación con las cultivadas bajo condiciones de alta humedad.

En caso de que se requiera combatir a los áfidos, puede usarse cualquiera de los insecticidas citados anteriormente para el control de mosca blanca.

### Acaros fitoparásitos (Acarina: Tetranychidae)

Las dos especies más abundantes en frijol en Costa Rica son *Tetranychus urticae* y *T. ludeni*. Estos ácaros tienen una gran diversidad de hospedantes; son de tamaño casi imperceptible a simple vista y viven en colonias numerosas en el envés de las hojas. Ataca con preferencia en los meses de verano o en los cultivos establecidos en zonas áridas, por lo regular después de la floración. Aunque puede perjudicar cualquier leguminosa, las más perjudicadas son el frijol, soya y maní.

Los adultos son de color rojizo, de 0.1 a 0.2 mm de longitud, con el cuerpo recubierto de pelos largos. Se reconocen por tener 4 pares de patas. Las hembras son de forma globosa y de mayor tamaño; los machos, más pequeños y de forma alargada hacia el extremo posterior. Las ninfas son de color más claro, pero semejantes a los adultos. Los huevos son esféricos,

.../

de color amarillento o rojizo y relativamente grandes en relación con el tamaño de los adultos. El ciclo de vida de estos ácaros es muy corto, y de ahí su gran capacidad de reproducción cuando las condiciones les son favorables. En el aparato bucal poseen un par de estiletes muy afilados que les permite romper las células del vegetal, para luego chupar el contenido de las mismas. Los ácaros causan daños al chupar la savia y romper las células de la epidermis. Al comienzo del ataque, las hojas adquieren un color plateado y luego pasan a marrón, terminando en secarse. Las altas temperaturas y la baja humedad ambiental, son favorables a la reproducción de esta plaga y aumentan la dureza del ataque. En este caso, la planta llega, al final, a morir.

Control: El método más económico de control es mediante espolvoreos con azufre (azufre en polvo) o aspersiones con azufre mojable (Azufral), a razón de 3 a 4 kg del producto comercial por hectárea. En cultivos de mayor valor comercial, se obtienen también buenos resultados con la aplicación de 2 a 3 litros de Kelthane E./Ha.

#### Insectos que atacan las vainas:

##### a. *Maruca testulalis* (Lepidoptera: Pyralidae):

Es un insecto específico de las leguminosas, cuyas larvas dañan los granos tiernos dentro de las vainas. El adulto es una mariposa de hábitos nocturnos, de unos 25 mm de envergadura, de antenas y patas largas y de cuerpo marrón. Las alas anteriores, de color caoba, presentan tres manchas blancas en su centro. Las alas posteriores, son blancas anacaradas, con el borde exterior caoba y con dos líneas punteadas transversales del mismo color. Al igual que la mayoría de los perforadores de vainas, oviposita cerca de o sobre las yemas florales y sobre las hojas jóvenes. El daño en flores y vainas jóvenes se presenta antes de la perforación de las vainas. A los pocos días nacen las pequeñas larvas, las cuales penetran en el fruto para alimentarse de los granos en formación. Dejan siempre un orificio de salida para botar los excrementos, o para tejer una fina telaraña, con la cual pegan hojas secas o bien frutos entre sí. Entre 15 y 20 días, las larvas completan su desarrollo y comienzan a tejer un capullo, bien sea en la hojarasca en el suelo, o entre las hojas secas y vainicas, sobre la

.../



misma planta. Entre 8 y 10 días más tarde, emergen los adultos. La especie de *M. testulalis* se distingue *Etiella zinckenella*, perforador de las vainas del frijol lima, por la coloración de las larvas y adultos. Las larvas de *Maruca* presentan cuatro puntos negros o de color gris oscuro en cada segmento, en tanto que el adulto descansa con las alas extendidas. Las larvas de *M. testulalis* expulsan el excremento fuera de las vainas, en tanto que *E. zinckenella* lo deja en la vaina.

Daños: Los daños del perforador son causados por las larvas al alimentarse de los granos en formación. Cuando los ataques son fuertes, se reduce en forma apreciable el rendimiento. La presencia de este insecto se hace patente por los excrementos o bien por las hojas secas pegadas a las vainas, que se observan en la plantación.

Control: El control químico de esta plaga debe efectuarse cuando se compruebe la incidencia de la misma en el campo. Para ello, se obtienen buenos resultados con DDT en polvo o asperjado. Por regla general, una o dos aplicaciones de este insecticida son suficientes para obtener un control eficaz.

#### b. *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae)

El daño ocasionado por *Heliothis* (*H. zea* y *H. virescens*) es esporádico, pero puede ser severo. Los adultos ovipositan en las hojas jóvenes y las larvas jóvenes pueden alimentarse en hojas y flores, pero posteriormente perforan las paredes de las vainas para alimentarse de las semillas. Pueden ser destruidas varias semillas por vaina, y la pudrición secundaria puede ocasionar la pérdida de las semillas restantes. Las larvas generalmente no viven dentro de las vainas.

Control: Es difícil lograr un control químico de las larvas más viejas, pero generalmente se presentan altos niveles de parasitismo. En caso de que amerite combatirlo con insecticidas, puede usarse el mismo recomendado para *Maruca*.

#### Insectos que atacan al frijol almacenado (Coleoptera: Bruchidae):

Las principales plagas del frijol almacenado son dos especies de falsos gorgojos: *Acanthoscelides obtectus* (los sinónimos son *Mylabris obtectus*

.../

y *Bruchus obtectus*) y *Zabrotes subfasciatus* (los sinónimos *Z. pectoralis*, *A. dorsopictus* y *Spermatophagus subfasciatus*). Ambas especies se encuentran ampliamente distribuidas, y se han reportado desde Chile hasta los Estados Unidos.

Biología: El ciclo de vida de las especies de *A. obtectus* y *Z. subfasciatus* es muy similar. Difieren básicamente en su comportamiento de oviposición. Las hembras de *A. obtectus* diseminan los huevos entre las semillas almacenadas o infestan al frijol en el campo. Ovipositan heridas de las vainas en crecimiento. Las larvas recién eclosionadas penetran en la semilla. En contraste, los huevos de *Z. subfasciatus*, se adhieren firmemente a la semilla. Después de la eclosión, las larvas jóvenes perforan el corión del huevo y la cubierta de las semillas a un mismo tiempo.

Las larvas de ambas especies mudan cuatro veces antes de empupar. Durante el último estadio larval, la celda pupal se torna visible como una ventana circular en la semilla a medida que la larva se alimenta en la superficie inferior de la testa. Terminado el período de pupa, el adulto puede permanecer en la celda durante varios días antes de empujar la ventana de salida. Tiene la habilidad de escapar consumiendo la ventana de salida. Los adultos, por lo general, no comen, sino que toman agua o néctar. La oviposición se inicia rápidamente después de la emergencia, y los adultos tienen un corto período de vida. Las condiciones óptimas para el desarrollo rápido de los huevos de *A. obtectus* fue con una humedad relativa del 70% y una temperatura de 30°C, cuando los insectos permanecieron 22.5 días dentro del frijol. La mortalidad durante el desarrollo se presenta principalmente cuando las larvas penetran en la semilla o cuando el orificio de salida no es lo suficientemente grande para la emergencia del adulto. Los adultos tienen un período de vida de 11.8 días a una temperatura de 30°C y una humedad relativa del 70%. Bajo estas condiciones, una hembra oviposita un promedio de 63 huevos.

En el caso de *Z. subfasciatus*, el óptimo período de desarrollo, incluyendo el estado de huevo, es de aproximadamente 25 días a 32.5°C y 70% de humedad relativa. En esta especie, el 7.2% de los adultos mueren por incapacidad de salir de la celda pupal. Los adultos de *Zabrotes* exhiben dimorfismo sexual. La hembra generalmente mide 1.5 más que el macho. Los adultos

tienen un período de vida de 7.6 días a 30°C y 70% de humedad relativa. Bajo estas condiciones, una hembra oviposita un promedio de 35.5 huevos.

*A. obtectus* se encuentra distribuido en Costa Rica a mayores alturas, en tanto que *Z. subfasciatus* se encuentra predominantemente en las áreas cálidas y bajas. Existe competencia entre las dos especies.

En estudios realizados en Nicaragua en localidades a 56, 450 y 680 metros sobre el nivel del mar, el frijol fue inicialmente infestado por *A. obtectus* (99.7%) y *Z. subfasciatus* (0.3%). Después de 16 semanas, las proporciones fueron de 0:100%, a una altitud de 56 metros; 4.6:95.4% a 450 metros y 27.3:72.6% a 680 metros. La temperatura promedio en estas tres altitudes fue de 28.2°C, 25.2°C y 24.3°C, respectivamente. Estos resultados indican que *A. obtectus* es un competidor más fuerte a menores temperaturas.

En la literatura no se encuentra información precisa acerca de las pérdidas económicas ocasionadas por los insectos en el frijol almacenado.

McGuire y Crandall, citados por Schoonhoven (1977), estimaron que las pérdidas de frijol almacenado en México y otros países de América Central son hasta del 35%. No especificaron si estas pérdidas son ocasionadas por insectos o son debidas a otras causas.

#### Medidas de control no químicas usadas por los agricultores:

En el CIAT, Colombia, evaluaron un método local para combatir a los gorgojos, esto es, la aplicación de cenizas al frijol almacenado para siembras futuras. La eficacia de este método como barrera física contra el ataque de los gorgojos, fue satisfactoria. En esa misma institución determinaron que el almacenamiento del frijol en vainas sin daño es una medida de control segura contra el ataque de *Zabrotes*. Los huevos ovipositados sobre las paredes de la vaina eclosionaron, y las larvas perforaron las paredes de las vainas, pero murieron dentro de ellas sin alcanzar a penetrar en la semilla. Aunque este método es eficaz contra *Zabrotes*, no se debe utilizar para el control de *Acanthoscelides*, debido a que este insecto es capaz de atacar al frijol dentro de la vaina.

Otro método de control de gorgojos por métodos no químicos, es el uso de la pimienta negra. Un gramo de pimienta negra molida por 385 gramos de

.../

frijol, redujo las infestaciones de *A. obtectus* en un 78% después de cuatro meses de almacenamiento, en comparación con los lotes sin tratamiento. Con 4.26 gramos de pimienta por 385 gramos de semilla, la reducción fue del 97.9%.

Los polvos inertes, especialmente el sílice cristalino, bentonita y carbonato de magnesio, fueron eficaces en el control de *A. obtectus*; fue especialmente eficaz la fracción de partículas finas. La mortalidad de adultos (muerte del 50% en 12 horas debido a la bentonita) se le atribuyó a la propiedad de este producto de rasgar la cutícula del insecto y producir su muerte por deshidratación (Chiu, 1939).

#### Control:

SE deben usar materiales no tóxicos, debido a que el producto está próximo a ser consumido.

Se recomienda la aplicación de aceites vegetales a razón de 5 cc/kg de frijol bien mezclados. Las piretrinas o piretroides sintéticos, a razón de 1.7-2 ppm cuando el frijol se almacena en la oscuridad, dan un control duradero.

Para una mayor cantidad de grano se recomiendan fumigaciones con Phostoxin en una dosis de 3-5 tabletas por 1000 kg o 1-2 tabletas por m<sup>3</sup>. Estas y otras fumigaciones no protegen al frijol, sino que sólo lo desinfestan.

#### REFERENCIAS:

- CERMEI, M. 1971. Leguminosas. Servicio Shell para el Agricultor. Cagua, Venezuela, Serie A, No. 34. p. 21-40.
- CHIU, S.F. 1939. Toxicity studies of so called "inert" materials with the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say). J. Econ. Entomol. 32: 240-48.
- FEAKIN, S.D. (Ed.). 1973. Pest control in groundnuts. PANS Manual No. 2, Centre for Overseas Pest Research (London). 197 p.
- GAMEZ, R. 1971. Los virus del frijol de centroamérica. I. Transmisión por moscas blancas (*Bemisia tabaci* Gen.) y plantas hospedantes del virus del mosaico dorado. Turrialba 21:22-27.

.../

- van GENT, R. 1977. Studies on the banded cucumber beetle, *Diabrotica balteata* LeConte (Col., Chrysomelidae) as a pest of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). M.Sc. Thesis, Agr. Sta. Univ. Wageningen, Netherlands. s.p.
- MAY, A. y G. FUENTES. 1978. Evaluación de la resistencia de *Diabrotica balteata* LeConte (Col.: Chrysomelidae), a diferentes insecticidas y observaciones sobre su ciclo de vida. Resúmenes del III Congreso Agronómico Nacional 1:154-55.
- NICARAGUA. 1976. Proyecto de Control Integrado de Plantas-MAG/FAO/PNUD. Guía de control integrado de plagas de maíz, sorgo y frijol. MAG (Nicaragua). 62 p.
- SCHOONHOVEN, A. V. 1977. Insectos asociados con el frijol en América Latina: su distribución, biología, importancia y control. Documento mimeografiado sobre curso corto de frijol, CIAT (Colombia). 59 p.

/mse.

## COSECHADO Y ALMACENAMIENTO

### EN FRIJOL

José Fernando Araya S.

#### Cosechado:

La cosecha del frijol es una fase crítica dentro del proceso de producción, pues una gran parte de lo ganado mediante un buen manejo del cultivo puede perderse en este momento por una cosecha inoportuna. La calidad y cantidad del producto son afectados por una cosecha deficiente.

El frijol produce vainas durante un período de dos a tres semanas, por lo cual no todas las vainas maduran al mismo tiempo, lo que dificulta su recolección por no madurar en forma pareja.

Los frijoles deben cosecharse cuando la mayoría de las vainas se han tornado amarillas y las vainas comienzan a secarse. Si las vainas se encuentran demasiado secas, se puede producir una excesiva dehiscencia que ocasiona pérdida de granos en el campo mismo, y por el contrario si la cosecha se realiza muy temprano, cuando las vainas no han secado lo suficiente, las labores de trilla tendrán que retrasarse y además es muy probable que se obtengan muchos granos pequeños. Cuanto más verde se encuentre el frijol al cosechar, las plantas tendrán que permanecer más tiempo sobre el piso o local de secamiento y por lo tanto las posibilidades de que él se decolore y se llenen de hongos serán mayores.

El frijol alcanza su máximo peso seco en el campo cuando tiene un porcentaje de humedad del 50%, esto nos indica que es el momento apropiado para efectuar la cosecha del grano. La mayoría de las variedades deben tener un 70 - 80% de sus vainas amarillentas y en maduración, cuando el grano tiene este contenido de humedad.

#### Métodos de Cosecha:

Los métodos de cosecha pueden clasificarse en dos:

1. Manual.
2. Mecánico.

##### 1. Manual:

La cosecha a mano es la más laboriosa y la que requiere de más mano de obra.

Este sistema manual consta de dos operaciones:

- a. El arranque de las matas.
- b. El trillado de las vainas.

La primera es una operación que consiste en arrancar las matas, hacer manojos colocándolos con las raíces hacia arriba, permitiendo esto un rápido secado en el campo. Se colocan en hileras o montones dependiendo de la humedad, hecho esto, se recoge el material y se amontona en el sitio que se ha escogido para la trilla.

b. Trilla: Los métodos de trilla varían mucho en las diferentes regiones, pero básicamente se reducen al "aporreado" por medio de palos, en camiones de madera, en lonas, etc. La limpieza del material se hace arrojando la cosecha al aire hacia arriba, para que el viento se encargue de hacer la separación del material ligero (paja o basura) del pesado (grano).

Otros métodos más mecanizados: se dejan al sol durante la mañana y por la tarde se desgranán en pequeñas máquinas movidas a mano o motor - en las que a través de zarandas y mediante el razonamiento se parten las vainas y se separan los granos y los residuos, un ventilador los deja limpios.

En variedades trepadoras sembradas con soportes o en asociación, con otros cultivos, la cosecha se realiza muchas veces vaina por vaina.

## 2. Mecánica:

La cosecha mecánica se podría practicar en áreas muy reducidas del país, principalmente en donde es posible usar la maquinaria adecuada.

Este sistema tiene varias fases: corte o siega, tendido o acordonado y trilla.

Para el corte del frijol se utilizan unas cuchillas montadas en el tractor en forma de V, pero separados en las puntas.

Estas cortadoras siegan las plantas ligeramente debajo del ras del suelo. Esto tiene el defecto de que las hileras deben ser bastante rectas de modo que el equipo no deje plantas sin cortar o las entierre.

El acordonador (benificadora) junta dos, cuatro, seis u ocho hileras de frijol ya cortadas previamente y forma con ellas una hilera que queda en el campo secándose, una de las ventajas de este implemento es que no sólo se limita a amontonar frijol en una hilera, sino que en este proceso sacude casi toda la tierra y deja la hilera bien tendida y esponjada, de manera que el frijol se seca bien y con ello se facilita la trilla.

La operación de la trilla puede ser realizada con máquina estacionaria o bien con la cosechadora combinada. En este último caso, la máquina recoge el material previamente acomodado por la cortadora y acordonadora (o a mano) utilizando una rueda con puntas retráctiles, o con un molinete de dientes. Las plantas son elevadas por medio de una faja sin fin hacia el cilindro y el cóncavo donde se realiza la trilla propiamente dicha. Los granos pasan luego a una criba con movimiento recíproco en donde se logra la limpieza con la ayuda de un ventilador que arroja fuera el material liviano; el resto de la planta (tallos, ramas, etc.) sale al campo por un conducto especial.

## Almacenamiento:

### Pérdidas:

Las pérdidas estimadas en granos durante el almacenamiento se calculan entre un 10 y un 26% de la cosecha a nivel mundial; sin embargo no existen datos a nivel local que permitan estimar las pérdidas.

El deterioro de los productos alimenticios almacenados puede haber comenzado antes de la recolección, esto es, cuando estaban madurando. Las bacterias, los hongos atacan varias partes de las plantas, en tanto que los coleópteros y los lepidópteros llegan volando, desde los edificios de las granjas y otros lugares, e invaden las vainas antes de la recolección. Los roedores que pueden devastar zonas enteras mordisqueando los tallos de las plantas, causan también daños en las espigas, en las mazorcas de maíz y en los renuevos. Los pájaros atacan también a las cosechas no recogidas.

Puede ocurrir que los métodos de manipulación, desecación y transporte empeoren la calidad y que las condiciones de almacenamiento favorezcan al desarrollo de microorganismos, así como alteraciones químicas en los productos.

El evitar estas pérdidas reportaría los siguientes beneficios:

- a. Las familias agrícolas dispondrían de mayor cantidad de alimento para el consumo propio.
- b. Los agricultores podrían vender mayores cantidades de alimentos.
- c. Se elevarían los niveles de vida de la población rural.
- d. Habría mayor abundancia de alimentos para la población no rural.
- e. Los productos destinados a la exportación serían de mejor calidad y podrían competir mejor en el comercio mundial.
- f. El país tendría una economía más sólida y ganaría importancia en el plano internacional.

Desde la cosecha hasta que llegan a la mesa del consumidor el frijol y los demás granos, podrían sufrir los siguientes fenómenos y efectos.

1. Transformaciones químicas internas: alteración y desnaturalización de proteínas.
2. Crecimiento de microorganismos en los productos.
3. Desarrollo de insectos y ácaros.
4. Consumo por roedores.
5. Trato sin cuidado por el personal, lo cual hace que los productos pierdan calidad y se derramen.



6. Utilización de recipientes y almacenes inadecuados.
7. Exposición a temperatura y humedad extremadas.

Las pérdidas pueden ser de varias clases:

- a. de peso.
- b. de valor nutritivo
- c. de calidad
- d. de dinero
- e. de clientela (esto es, de reputación comercial).

a. Pérdida de Peso:

Las pérdidas de peso son resultado de que se evapora la humedad, de que los insectos, roedores y pájaros devoran cantidades de un producto (frijol) y de que se deja que parte de éste se derrame del recipiente en que se transporta o almacena (Cuadro #1).

b. Pérdidas de valor nutritivo:

La merma de peso durante el almacenamiento que no haya sido producida por disminución de la humedad es una indicación de la pérdida de valor nutritivo. Esta clase de perjuicio puede ser consecuencia de la exposición del producto a condiciones externas de temperatura y humedad durante la desecación, la elaboración y el almacenamiento, del desarrollo de hongos o del ataque de insectos, roedores y pájaros. Son muy pocas las investigaciones detalladas que se han realizados sobre estos problemas.

Una exposición excesiva al sol destruye ciertas vitaminas y provoca la oxidación del caroteno.

En el frijol, cuyas proteínas y vitaminas se encuentran distribuidas con mayor uniformidad en todo el grano, las infestaciones de coleópteros, capaces de consumir más del 50% de los frijoles (en que las proteínas brutas constituyen el 25% de la materia seca), pueden ingerir aproximadamente el 12% de las proteínas disponibles.

c. Pérdida de calidad:

Por lo general, se juzga de la calidad por el aspecto y también depende de éste la clasificación de los productos (que se basa en la uniformidad de tamaño y color, en la textura y en el contenido de materias extrañas), pero a veces el color y el sabor sirven también para formar el criterio de la calidad.

Los granos dañados se deterioran por efecto de las transformaciones químicas que se producen dentro de sus células.

Las impurezas (piedras, tierra, vainas o cáscaras de ciertas plantas, hongos, insectos y sus fragmentos y secreciones, pelos y excrementos de roedores, cuerdas, vidrios y piezas metálicas) le dan a los granos y en especial al frijol una calidad inferior.

d. Pérdida de dinero:

La posesión de conocimiento e instalaciones que se necesitan para desecar bien los productos y almacenarlos en condiciones satisfactorias - permite al agricultor no verse obligado a venderlos inmediatamente después de la recolección, cuando los precios son bajos. Entre los períodos anterior y posterior a la cosecha, los precios de mercado pueden oscilar por uno de estos factores. El hecho de que no le sea posible al agricultor vender los productos en la época en que más escasean le impide ganar dinero y le induce a cultivar solamente poco más de lo que necesita para alimentar a su familia. A consecuencia de ello, que da limitada la posibilidad (sea pequeña o grande) de incrementar la producción, lo que a su vez impide que la región o el país puedan nutrir suficientemente a la población urbana. De este modo, la comunidad rural pierde dinero y la economía del país también resulta perjudicada, porque se tienen que importar frijoles para cubrir las necesidades, además de que actualmente en los mercados internacionales hay déficit de los mismos.

También pierde dinero el comerciante si los productos y sacos que han comprado se deterioran en sus almacenes.

e. Pérdidas de clientela:

Esto se obtiene como consecuencia de las pérdidas de calidad. En nuestro país cada vez son tomados más en cuenta la calidad de los productos por los clientes, tanto los nacionales como, lógicamente los internacionales.

Factores que provocan el deterioro:

Los factores más importantes pueden ser de dos tipos generales: Cientificos o socio-económicos, divididos a su vez en varios sub-grupos:

Científicos:

Físicos	{ Temperatura Humedad
Biológicos	{ Producto (propiedades) Microorganismos Insectos Roedores y Aves Hombre
Químicos.	{ Deterioro químico del producto Plaguicidas

Técnicos	{ Estructurales { Almacenamiento en sacos Almacenamiento a granel. } Mecánicos { Transporte del producto Tratamiento con plaguicidas. } }
----------	--

Socio-económicos:

Aspecto Financiero.

Método de cultivo	{ Tradicional No tradicional Plantación. }
-------------------	--

Método de almacenamiento y mercadeo.	{ Agricultor Pequeño comerciante Junta autónoma de mercadeo Gobierno }
--------------------------------------	---

Política.

Veremos rápidamente algunos de ellos:

Físicos:

Los factores físicos, a saber humedad y temperatura, son los más importantes ya que es partir de ellos que se originan o desarrollan los otros factores, o bien los otros factores al ser descuidados originan daños por exceso de humedad y temperatura.

El ambiente de almacenaje parece bastante uniforme pero en realidad es muy variable. Sin embargo, la mayoría de los lugares en que se guarda el grano con protegidos de las inclinencias del tiempo (lluvia, rayos, del sol y viento) así que solamente dos componentes físicos del tiempo son de mayor importancia: la humedad y la temperatura.

En general el grano en cantidad responde lentamente a cambios del ambiente. Entonces, si se aumenta la temperatura de un granero, llevará bastante tiempo para que entre el calor y caliente la pila de granos. Igualmente, un montón de grano llevará mucho tiempo para absorber agua del aire o para secarse si está húmedo.

El resultado es que a menudo hay un grado de humedad o temperatura a través del grano (e.g. húmedo adentro y seco en la superficie o fresco adentro y cálido en la superficie).

Aparte de estos grados se encuentran frecuentemente áreas chicas en que las condiciones físicas son muy diferentes a las condiciones en otras partes del granero.

Por ejemplo, el lado de un montón de grano expuesto a los rayos del sol se seca, resultando un movimiento de humedad al otro lado del montón. - También, si el grano caliente está colocado directamente en un piso de concreto frío entonces habrá condensación en la superficie fría.

Los "micro-ambientes" locales de este tipo son frecuentemente las fuentes de los organismos que eventualmente echan a perder el grano.

#### Humedad:

La humedad es el factor a que más importancia debe concederse si se pretende un almacenamiento seguro. La actividad biológica se produce solamente cuando hay humedad. (Figura #1).

El grano almacenado logra una humedad en equilibrio con la humedad relativa del aire. (Figura #2).

#### CUADRO #2:

Transferencia de humedad entre la atmósfera y el grano.

Aire con	Más humedad que el grano	El grano reacciona absorbiendo humedad del aire.
	Menos humedad que el grano	El grano cede humedad del aire.

Como es necesario para el desarrollo de microorganismos que la humedad exceda de un cierto nivel, puede verse en la figura #3 que el deterioro ocasionado por hongos y bacterias se evita admitiendo en los almaces únicamente productos cuyo contenido de humedad se halle en equilibrio con un aire que tenga menos de 60% de humedad relativa.

La figura #4 relaciona los valores de temperatura, humedad relativa y contenido de humedad de los cereales y pone de manifiesto la influencia que tales factores ejercen en la germinación y en el desarrollo de insectos y hongos.

El grano que está cosechado con una humedad de más del 14% tiene que ser secado antes que se almacene. En fincas pequeñas el grano puede ser secado en una capa delgada al sol y este método es muy efectivo si el clima es satisfactorio. En fincas mecanizadas se usan secadores mecánicos para apresurar el secado o para secar grano en áreas donde el clima no sea conveniente para secar al sol.

Aún con humedades bastante bajas los insectos atacan el grano. Sin embargo, mientras más seco esté el grano, menos deterioros habrá. Pocos insectos que atacan productos almacenados causan mucho daño al grano con menos del 10% de humedad, y la mayoría son inhibidos a menos del 12%. (Figura #5).

## Temperatura:

La temperatura es un factor decisivo para el desarrollo de todos los organismos y su efecto guarda relación con la cantidad de humedad ambiente. La cantidad relativa de humedad existente en la atmósfera disminuye a medida que sube la temperatura.

La tasa de crecimiento de los hongos difiere según la temperatura, para las diferentes especies se encuentra una cierta variación en la tolerancia a la temperatura, cuyos límites se hallan comprendidos entre el más bajo valor de 2°C y el máximo de unos 63°C. Las bacterias pueden desarrollarse incluso a una temperatura de 71°C aproximadamente. (Figura #6).

El desarrollo de los insectos se acelera también con la elevación de la temperatura hasta unos 42°C. (Expuestos a este nivel de temperatura durante un período suficientemente largo, la mayoría de las especies de insectos mueren. Las temperaturas inferiores a 15°C retardan considerablemente la reproducción y el desarrollo de los insectos, y la mayoría de ellos mueren si la temperatura desciende a menos de 10°C. (Figura #5).

Las diferencias entre la temperatura del producto y la temperatura del aire exterior pueden comunicarse al grano a través de las paredes del almacén o silo, sobre todo si son de metal. Como el grano tiene una baja conductividad térmica, los efectos se transmiten muy lentamente desde la periferia de la masa de granos al centro. El centro de la masa almacenada puede calentarse a causa de la presencia de insectos y esta elevación de temperatura sólo se propaga muy lentamente a la periferia. De este modo pueden crearse diferencias de temperatura. (Figuras 7 y 8)

## Métodos de almacenamiento:

El almacenamiento se hace de dos maneras: en sacos o a granel en gran diversidad de recipientes. La elección entre ambos procedimientos depende de los siguientes factores locales:

- a. tipo de productor
- b. tipo de producto
- c. valor del producto
- d. clima
- e. sistema de transporte
- f. costo y disponibilidad de mano de obra
- g. existencia de sacos a la venta y precio de los mismos
- h. peligro de ataque por roedores y de infestaciones por ciertas especies de insectos.

A grandes rasgos, las ventajas e inconvenientes del almacenamiento en sacos y a granel son:

### En sacos

Muy adaptable  
Mecanizable en parte  
Manipulación lenta  
Mucho derrame  
Reducida inversión de capital  
Elevados gastos de explotación  
Atacable por los roedores (mucho)  
Posibilidad de reinfestación

### A granel

No adaptable  
Mecanizable  
Manipulación rápida  
Poco derrame  
Cuantiosa inversión de capital  
Reducidos gastos de explotación  
Atacable por los roedores (poco)  
Poca protección contra la reinfestación

Los principales sistemas tradicionales que se usan en Costa Rica son:

- a. Sacos
- b. Cajones
- c. Estañones

Estos sistemas no dan ninguna garantía para almacenamiento ya que casi es imposible controlar la temperatura y la humedad dentro de ellos.

### Silos metálicos:

Para pequeños y medianos agricultores existe la posibilidad de trabajar con un tipo de silo barato y más seguro que los métodos tradicionales.

En estos silos el grano debe de tener el mínimo de humedad del grano con el fin de evitar calentamientos internos de la masa de granos (10 - 14% de humedad).

Los silos se contruyen con láminas planas de acero galvanizado (.5 x 1 m.). Las costuras y juntas del silo se soldan con cautín; el grosor de las láminas puede ser del 26 o del 30.

La capacidad del silo depende del tamaño, por ejemplo un silo con capacidad para 800 kilos mide 2 metros de alto y tiene 80 centímetros de diámetro y para hacerlo se requieren tres láminas de acero galvanizado.

Los silos pequeños tienen en el centro una banda metálica de 5 centímetros de ancho que los rodea, para reforzarlos. Los silos grandes tienen dos bandas una alrededor del primer cuanto a partir del punto superior.

Estos silos se deben colocar bajo techo en donde no le pegue la luz solar en forma directa a ninguna parte del silo.

Se pueden usar insecticidas fumigantes para el control de insectos dentro del silo.

Debido a que la base del silo es una pieza de base metálica sin refuerzos hay que colocar los silos sobre una superficie plana para mantener la presión del grano distribuida uniformemente. (Figura #4).

Literatura consultada:

1. CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). Almacén de Granos. México D.F. México.
2. De Lorche. James C. y Varghan, Charles E. Memoria de Cursos sobre - Tecnología de Semillas realizados en América Latina.
3. Escuela de Agricultura de la Universidad de Filipinas. Cultivo del arroz, manual de producción. México. Editorial Limusa, 1975.
4. Hall D.W. Manipulación y Almacenamiento de Granos Alimenticios en las zonas tropicales y sub-tropicales. F.A.O. Italia, 1971.
5. Orozco S. Silvio H. El cultivo del Frijol en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario . Colombia 1974.
6. Voyses V. O. Cosecha de Frijol. Separata Tópico presentado en el curso intensivo de producción de Frijol, CIAT, Colombia.

BIBLIOTECA DE INVESTIGACIONES Y ESTADÍSTICAS DEL INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

CUADRO 5. - PÉRDIDAS DE ALGUNOS PRODUCTOS EN LOS DISTINTOS LUGARES DE ALMACENAMIENTO, CAUSADAS POR PLAGAS DE INSECTOS EN AFRICA (CON EXCLUSIÓN DE TODO EXPERIMENTO)

	Producto	Pérdida aparente		Periodo de almacenamiento	Plaga principal	País
		Granos deteriorados	Pérdida de peso			
Graneros de los agricultores	Frijoles	38-69	6	6	Brucos	Uganda
	Frijoles	3,6		4	Brucos	Zambia
		80,7		12	Brucos	Zambia
	Caupies	13,0		4	Brucos	Zambia
		81,6		12	Brucos	Zambia
	Maíz		20 +	8	Gorgojos	Ghana
	Maíz	30-50		5	Gorgojos	Dahomey
	Maíz	30		5	Gorgojos	Togo
	Maíz	45-75	20 +	7	Gorgojos	Uganda
	Maíz	90-100		12	Gorgojos y lepidópteros	Zambia
	Mazorcas de maíz	5-10		12	Gorgojos	Costa de Marfil
	Sorgo (sin trillar)	3-78	1-26	9	Gorgojos	Nigeria Septentrional
	Sorgo (sin trillar)	2-33	0-13	6	Gorgojos	Nigeria Septentrional
	Sorgo (sin trillar)	2-62	3-13	14	Gorgojos	Nigeria Septentrional
Sorgo	11-88	6-37	20	Gorgojos	Nigeria Septentrional	
Almacenes de los comerciantes	Frijoles	35-44	6	12	Brucos	Uganda
	Maíz	20			Diversos coleópteros	Togo
	Maíz		5-10	6	Diversos coleópteros	Uganda
	Maíz	16,7	4	3	Diversos coleópteros	Uganda
	Diversos productos		10-15	12	Coleópteros y lepidópteros	Tanzania (Zanzibar)
Depósito centrales	Maíz		5-6	11	Gorgojos y lepidópteros	Rhodesia
	Maíz		12-19	24	Gorgojos y lepidópteros	Rhodesia
	Maíz	35-38	10	9		Uganda
	Trigo	5,8	2	6	Gorgojos	Kenia

FUENTE: Datos basados en comunicaciones personales remitidas a la FAO por especialistas.

Evaluación

La reducción en almacenamiento no es que realmente se tара del saco (p de humedad o a en cuenta que la atmósfera, el condensación sobre del local o del tor es la cantidad puede haber po De lo que f más del peso de pico que los gra consistir en part y roedores, tal ha demostrado palas factores c creen condiciones Unidas, 100 por ciento ha dado el caso presentaran, de aparente de peso real del 14 por (CCTA, 1958). Leona una pér 41 por ciento a cochado, produ En Kenia. (1958) le llevó guardado en gr en cuatro meses tratada de un servaban mazor que era del 1,1

\* Comisión de



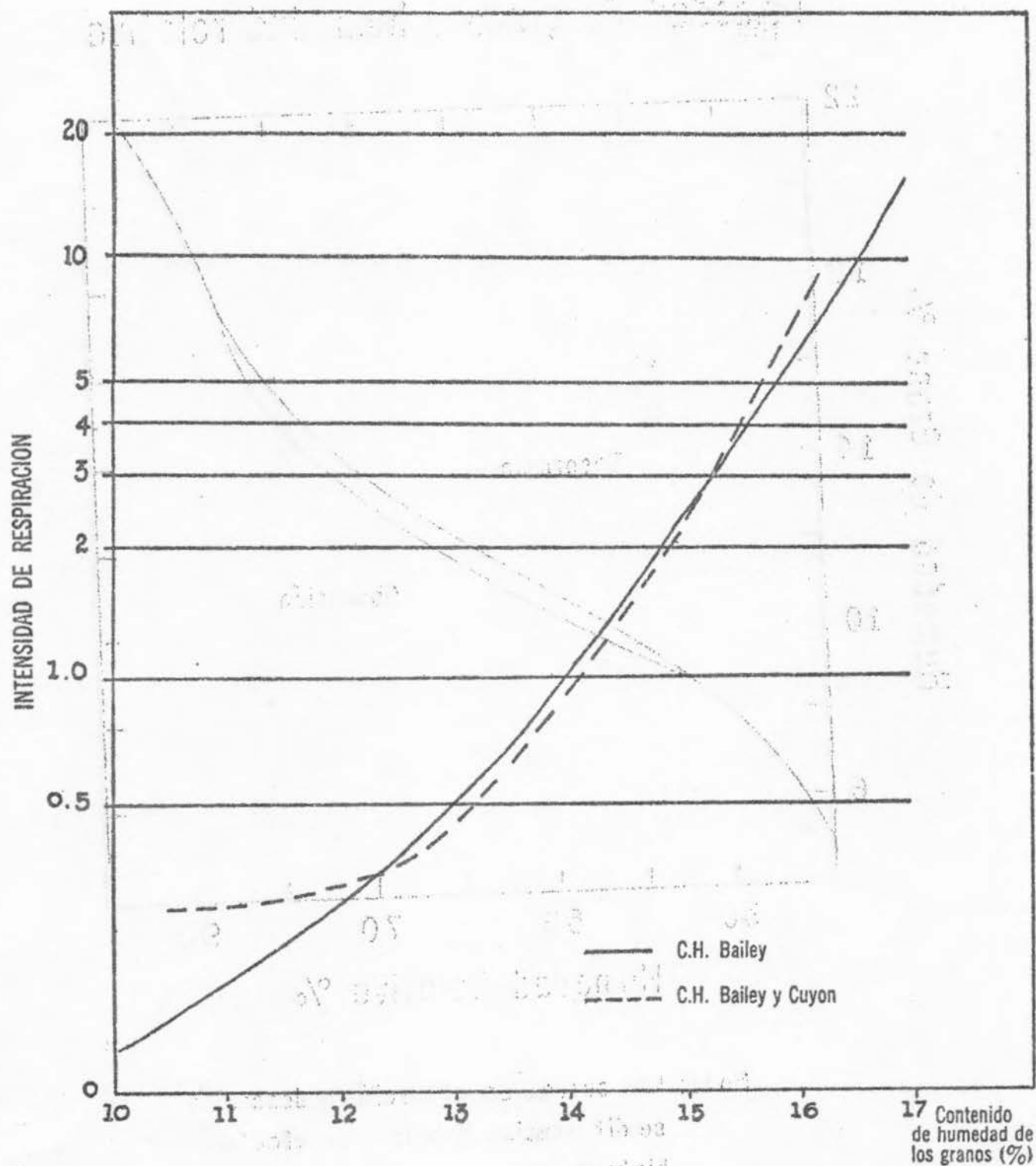
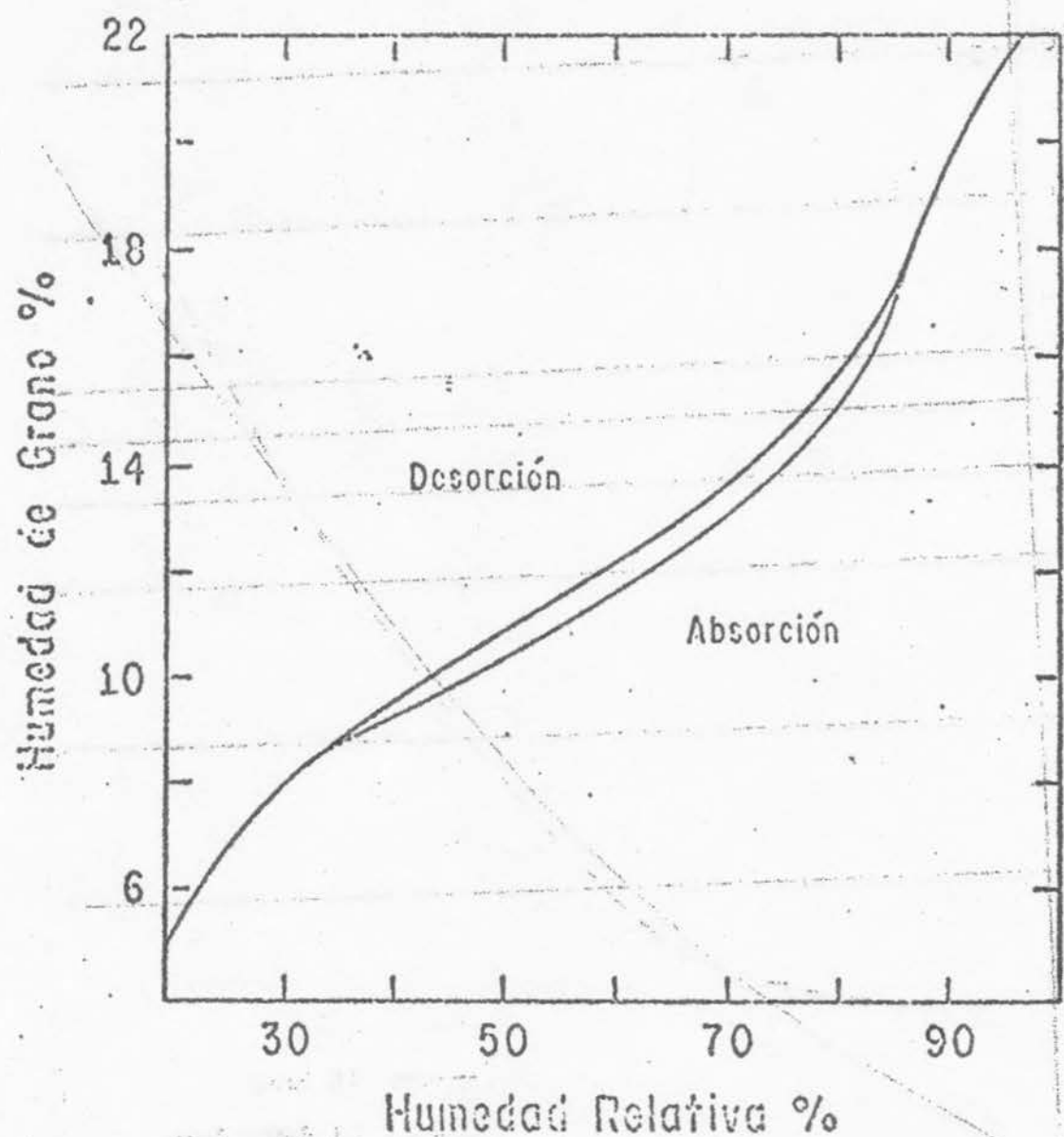


Figura 91. Intensidad de respiración del grano de arroz sin descascarar, en relación a su contenido de humedad (a 37.8°C).

Fig.1 Relación entre el equilibrio de humedad de grano y humedad relativa



Nota: Las curvas de absorción y desorción se diferencian debido a un efecto histeresis

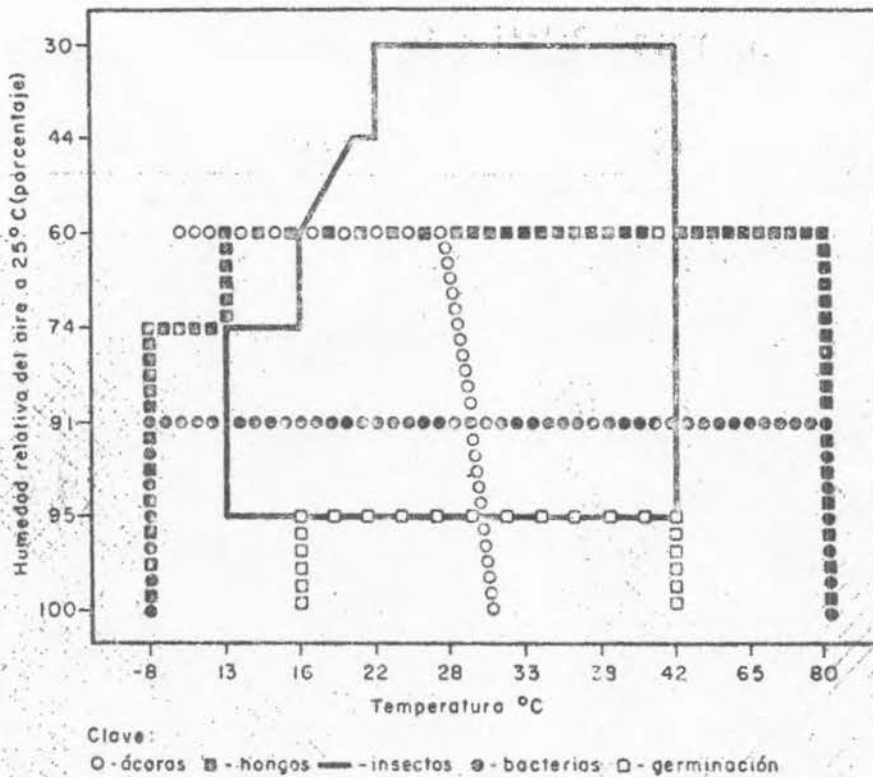


FIGURA 7. Parámetros generales de temperatura y humedad relativa de la multiplicación de los agentes biológicos.

cales, donde la temperatura ambiente se halla más cerca del valor óptimo para el desarrollo de tales organismos que del valor mínimo, se ha sugerido que la temperatura interior de los almacenes y de los silos debería elevarse por encima del promedio ambiente para crear condiciones desfavorables a dicho desarrollo. Podrían colocarse «lentes» en los techos de los almacenes, o un tipo cualquiera de captadores del calor solar. Sin embargo, es probable que cualquier elevación de temperatura que pueda lograrse por tales medios sea inferior a la necesaria para alcanzar el nivel térmico mortífero en la totalidad del contenido del almacén. Por consiguiente, al no llegarse a ese nivel, se crearían condiciones favorables al desarrollo rápido de insectos y hongos y difíciles y desagradables para el tra-

bajo humano. No comienza a tan para el crecimiento en indicios de ser un efecto de condiciones se por totalidad de un maíz o palay) minutos (o bien, minutos), mueren desarrollo. Los mucho más baja de hormigón, es metal (por ejemplo en el interior en los silos met la mayoría de enfriamiento del el desarrollo de reacciones quím secación para d tan bajo, que se:

En las zona que descienda nocturna si el p húmedas se requ quede restringid permite la dese

El calor se t los cereales alin sin riesgo. En grano se somete peratura que pu cenar. Estas ter su contenido de Las investigaci volúmenes de a ambiente (entre pequeños volú

Fig.4 Valores de temperatura y humedad de grano por almacenaje segura

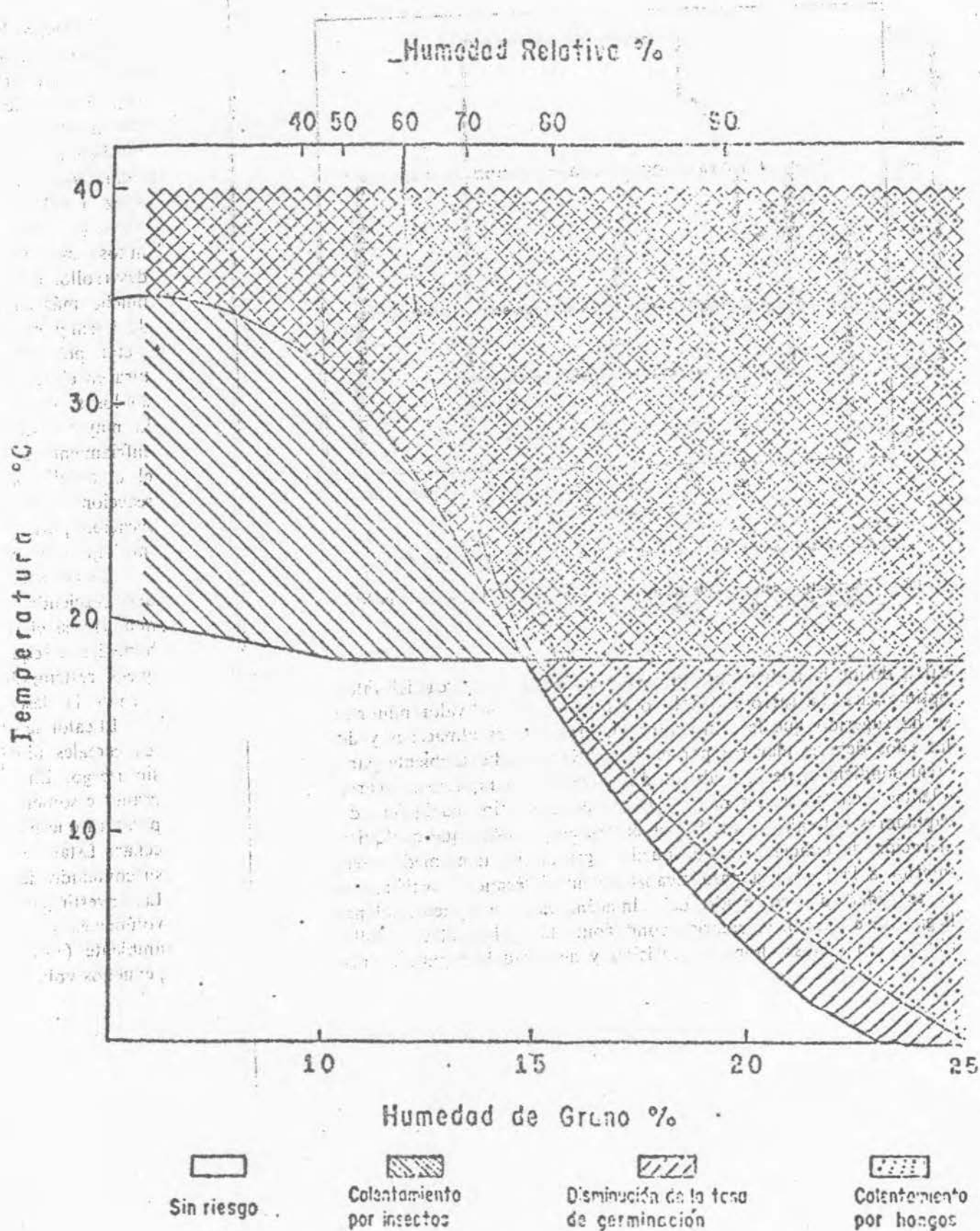
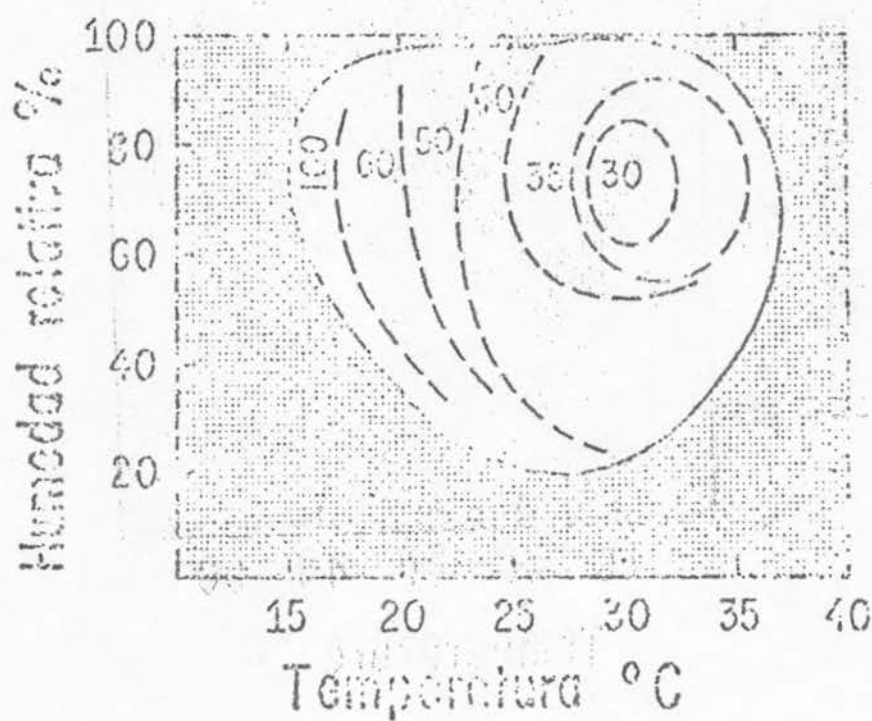
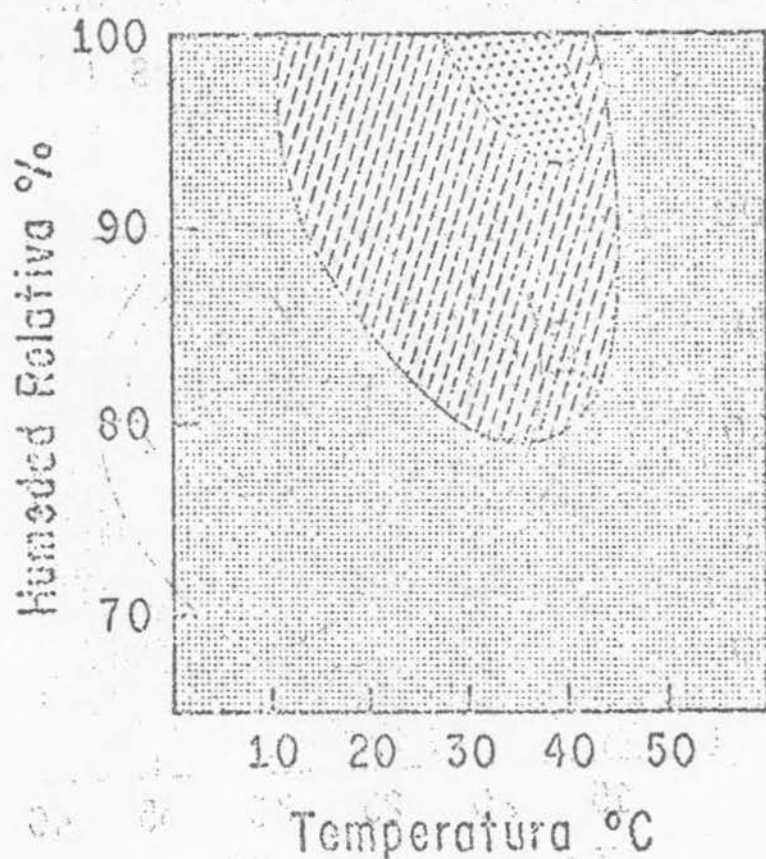





Fig. 3. Tiempo de desarrollo (en días) de las larvas de *Ephestia kuehniella* en diferentes temperaturas y diferentes humididades relativas.



Sin desarrollo

Fig. 2 Condiciones bajo las cuales crece el Aspergillus Flavus en agar de malta



-  Condiciones óptimas
-  Crecimiento de hongos
-  Sin crecimiento de hongos

tes de con-  
zamiento de  
or tempera-  
iva y puede  
de agua so-  
. En conse-  
o de hume-  
de hongos,

ue el grano  
el aire con-  
lento, pero  
El aire inte-  
nedad rela-  
nte el con-  
e la hume-  
to de satu-  
de hume-  
sione una  
do tiempo,  
n el fondo  
teriorar el  
l aire seco  
i al grano.  
se pone en  
umedad se

se produce  
temperatura  
del fondo

porque los  
por consi-  
temperatura

roducto al  
temperatura  
recibe la  
húmedo y

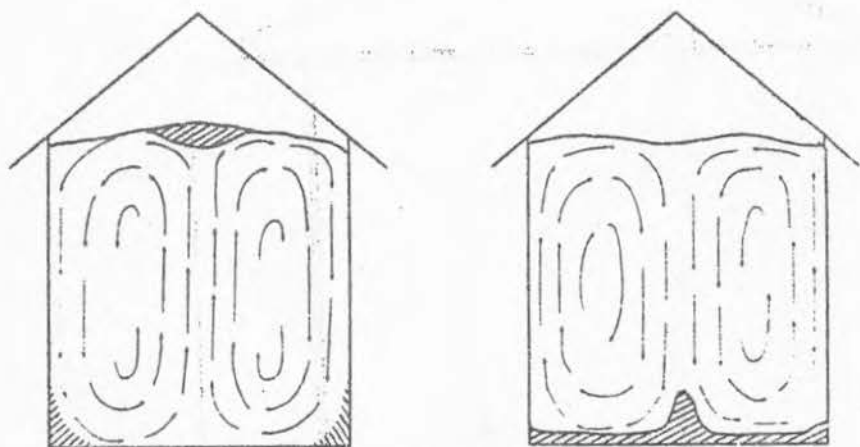


FIGURA 10. Movimiento de la humedad en el interior de una masa de granos, por efecto de la diferencia entre la temperatura del aire exterior y la del producto almacenado. Izquierda, la temperatura del aire exterior es inferior a la del grano. Derecha, la temperatura del aire exterior es superior a la del grano.

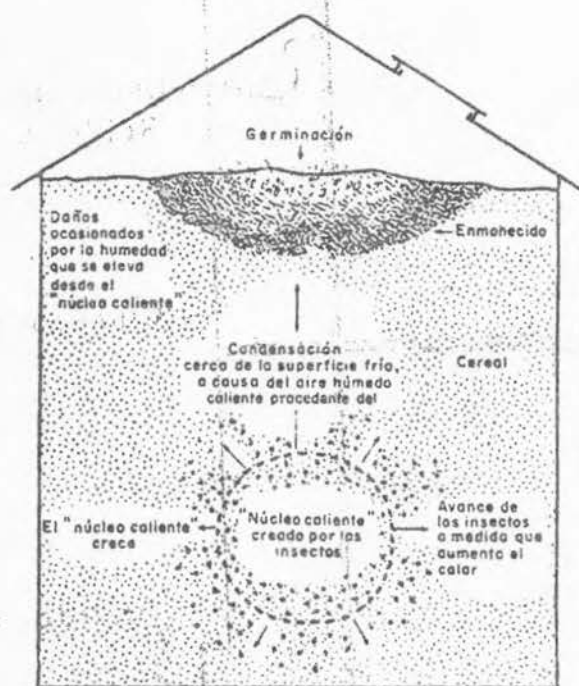
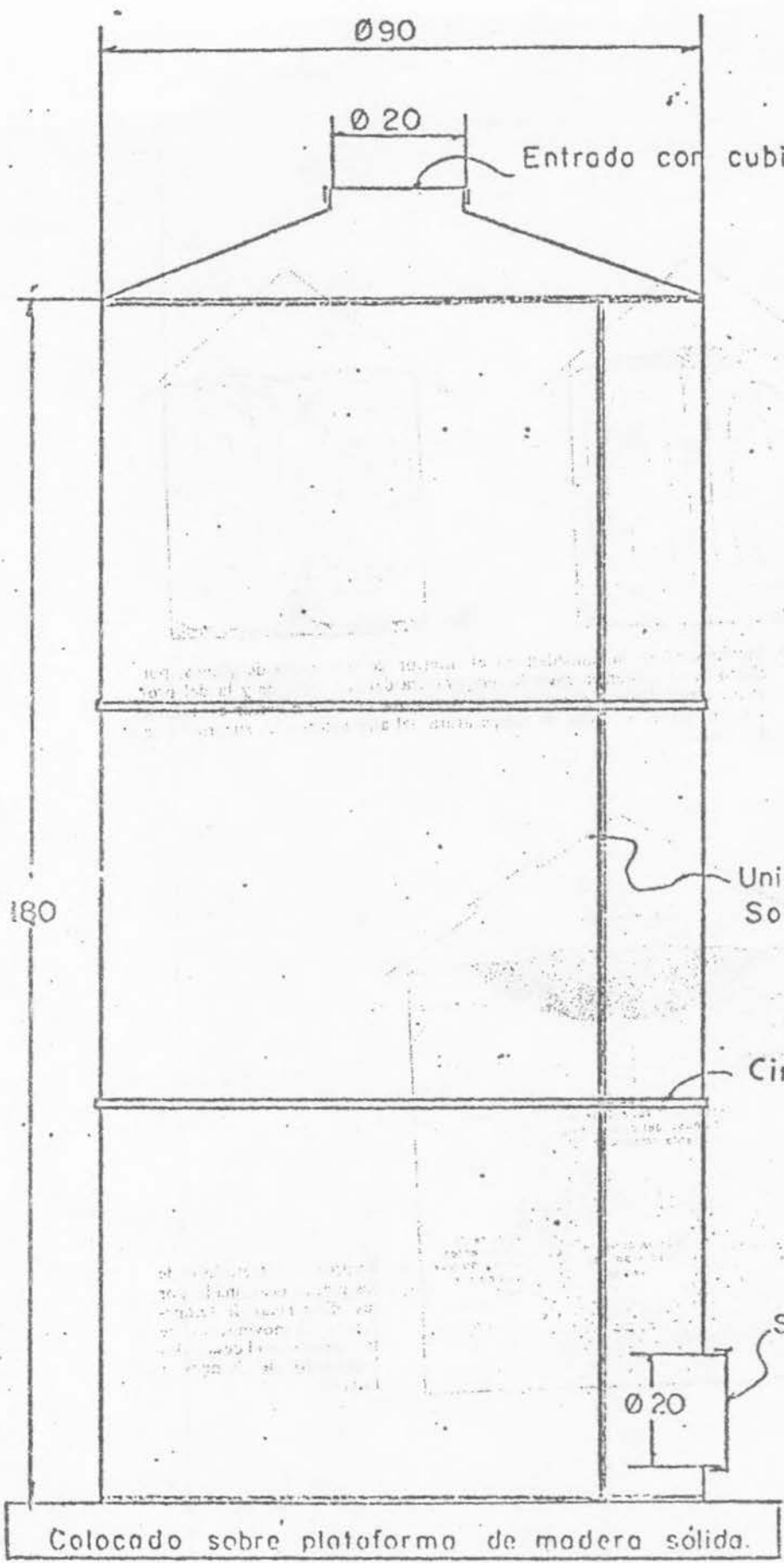


FIGURA 11. Deterioro de los granos ocasionado por las diferencias de temperatura, el movimiento de la humedad y el desarrollo localizado de hongos e insectos.



Dimensiones en centímetros



## EL MANEJO DE LOS DISEÑOS EN EL CAMPO

Por Flérida Hernández B.

### I. INTRODUCCION:

Para comprender la importancia que tiene manejar bien un experimento , hacemos algunos repastos sobre ciertos conceptos estadísticos elementales. Estos conceptos serán: Población, Muestra e Inferencia Estadística.

#### Población o Universo:

Consiste de todos los valores posibles de una variable. Estos valores no necesitan ser diferentes ni finitos en número.

#### Muestra:

Es una parte de la población.

#### Inferencia:

La inferencia, específicamente el hacer decisiones y predicciones, es antiquísimo, prácticamente desde que el hombre apareció en La Tierra.

Cada uno de nosotros tiene que encarar diariamente decisiones personales y situaciones que requieren predicciones concernientes al futuro. Las decisiones con respecto a las recomendaciones que se darán al agricultor y el futuro agrícola del país son claros ejemplos de lo que se está tratando.

En muchas situaciones prácticas la información relevante es abundante, aparentemente inconsistente, y en muchos respectos, abrumador. Como resultado, nuestra decisión o predicción por más cuidadosa que sea resulta apenas insignificamente mejor que una simple adivinación y muchas veces, la persona encargada de hacer las inferencias (generalmente el estadístico), se encuentra ante opiniones conflictivas, y debe dar conclusiones extraídas de un experimento y que darán pie a recomendaciones que se harán al agricultor y que repercutirán directamente en las producciones nacionales y que deberían de repercutir en las decisiones a nivel nacional.

Visto desde este punto de vista, la toma de los datos requiere de una precisión incalculable, puesto que los datos son la materia prima de la inferencia.

Y en este punto nos preguntamos: "¿Pero qué es exactamente la inferencia estadística?".

En la forma más sencilla se puede decir, que la inferencia es obtener "conclusiones" acerca de una población, basados en los datos que nos da la muestra.

Y es aquí donde unimos los tres conceptos que nos proponíamos revisar.

Una pregunta surge aquí inmediatamente: ¿Por qué trabajamos con muestras y no con la población?

La respuesta es simple para una persona que esté acostumbrada a manejar datos, pero no para aquellas personas que no lo están. Las razones principales por las que trabajamos con muestras son:

- 1.- Poblaciones muy grandes o infinitas.
- 2.- Poblaciones que se destruyen.
- 3.- Por razones económicas.

No importa el motivo que nos obligue a trabajar con muestras, estamos obligados a manejarlas de la mejor forma posible para obtener inferencias confiables.

## II. ¿QUE ES UN EXPERIMENTO?:

Existen diferentes definiciones para la palabra experimento. Para nuestros propósitos, consideramos un experimento como una pregunta planeada, cuya respuesta lleva a obtener nuevos hechos, a confirmar o rechazar los resultados de experimentos previos y donde la contestación a tal pregunta ayudará a decisiones administrativas, tales como recomendar una variedad, un procesamiento o un pesticida. Tales experimentos caen en una de tres categorías: Preliminares, críticos y demostrativos.

Los experimentos preliminares se hacen cuando se tiene un desconocimiento absoluto acerca del comportamiento del material con que vamos a trabajar, cuando el material es muy abundante o se pueden presentar muchas condiciones. Por lo general aquí los tratamientos aparecen sin repetirse y se les hace un estudio muy cuidadoso puesto que de aquí se obtendrá el material para el segundo paso.

Una vez que se ha obtenido los resultados en el experimento preliminar acerca del comportamiento del material en el campo donde se planea introducir, se escoge aquel material más prometedor y con él se efectúa el experimento crítico. Aquí entra toda la técnica del método científico y dentro de éste, la estadística, como herramienta de la investigación. Más específicamente, en los experimentos críticos, vamos a tener la prueba de una o más hipótesis, para lo cual se empleará la técnica de los diseños experimentales. Resumiendo, vamos a hacer inferencias.

Cuando los experimentos críticos se hacen fuera de una estación experimental, se debe procurar que el terreno no sea muy visible, ya que si estamos probando variedades, herbicidas o cualquiera otra técnica, es lógico pensar que unos tratamientos se verán muy bien y otros se verán francamente mal. La gente que ve esto, como no entiende lo que es un experimento, se confunde y luego no creerá en lo que se recomienda, pues pareciera que la mente humana tiene más capacidad para recordar lo malo, que lo bueno.

Tenemos luego los experimentos demostrativos que caen casi exclusivamente dentro del campo de los extensionistas, (los dos primeros los realiza el investigador) ayudados en algunos aspectos por el investigador. Este experimento es muy importante y debe de planearse y ejecutarse con el mayor cuidado. En mi concepto, este tipo de experimento es importantísimo pues de él depende el éxito o el fracaso en la introducción de la nueva tecnología.

En este tipo de experimento se toma aquel material o tecnología que el experimento crítico indica que hay que introducir, es decir, que hay que recomendar.

Por lo general consiste de dos tratamientos, uno que es la técnica o material que se desea introducir.

Como de lo que se trata aquí es de convencer al agricultor de lo que debe de hacer, las parcelas por lo general no son menores de 1/4 de hectárea.

En este tipo de experimentos, sí es conveniente que el campo experimental, llamado también en este caso, demostrativo, queda bien visible, ya que su fin es demostrar que una nueva variedad, o una nueva técnica son superiores a las usadas hasta ese momento.

Creo que entendiendo la importancia que tienen los experimentos demostrativos, se ve la importancia que tienen los experimentos críticos, puesto que éstos son la materia prima de aquellos.

Vista desde este punto de vista, cae por su propio peso, la importancia que tiene planear y ejecutar bien el experimento crítico.

En primer lugar, hay que tener en cuenta que entre más cerca se efectúan los experimentos críticos del lugar donde se piensan hacer las innovaciones, más posibilidades de éxito se tendrán. Pero esto tiene el problema, en nuestro medio, de no contar con suficiente personal investigador como para tener a uno de ellos en cada localidad donde se necesita elevar las producciones de cultivos ya existentes, por medio de nuevas técnicas, o de introducir nuevos cultivos y por lo tanto es necesario un esfuerzo tanto de los investigadores como de los extensionistas para avocarse, ambos, a la ejecución de experimentos críticos.

Es lógico pensar que el profesional que se dedica a la investigación, lo hace porque no tiene vocación para hacer extensión y el profesional que se dedica a la extensión es porque no tiene vocación para hacer investigación, y lo que no se hace por vocación, cuesta el doble hacerlo.

Es sabido que cada una de estas dos ramas de hacer agronomía, tiene sus técnicas específicas, sin embargo, una no puede existir sin la otra y el desarrollo agropecuario de un país, no podría darse sin el concurso de ambas.

Ante tal situación, no nos queda otro camino que hacer lo mejor; tanto si tenemos vocación para ello como si no la tenemos y nos vemos obligados a ello.

Espero que en estos breves párrafos haya quedado claro lo que es un experimento y la importancia que tiene.

### III. REFINAMIENTO DE LA TECNICA:

Ya vimos lo que es inferencia, y que la técnica usada, en el problema que nos ocupa para efectuarla, es la de los diseños experimentales.

Pues bien, para darle una buena recomendación al agricultor, o darle una buena enseñanza por medio de un día de campo, hay que estar seguros de que la inferencia es buena y para que ésta sea buena, hay que tener materia prima (datos) de excelente calidad.

Es responsabilidad del investigador, o de la persona encargada de efectuar una investigación, de hacer todo lo posible porque todas las técnicas, en la conducción de un ensayo, sean prácticamente perfectas. En general, la variación que resulta de la falta de cuidado en la técnica no es una variación aleatoria y por lo tanto no está sujeta a las leyes del azar, en las que se basa la estadística. Esta variación se llama falta de refinamiento en la técnica, que no es lo mismo que falta de precisión. Desafortunadamente, un alto refinamiento de la técnica no siempre resulta en una alta precisión, porque la precisión también depende de la variabilidad aleatoria entre unidades experimentales, que puede ser bastante grande.

Algunos puntos sobre la técnica que se debe seguir para tener un buen resultado son:

La aplicación de los tratamientos debe de ser uniforme, esto incluye la aplicación de fertilizantes, atomizaciones a cualquier cultivo, por ejemplo en árboles frutales, corte de forrajes que se debe de hacer a la misma altura en todas las parcelas (Unidades experimentales), llenar tubos de ensayo a un nivel fijo, etc. Las influencias externas deben de ser uniformes en todas las unidades experimentales, de tal forma que los tratamientos produzcan sus efectos bajo condiciones comparables.

La falta de refinamiento de la técnica puede incrementar al error en dos formas:

- 1.- Puede introducir fluctuaciones adicionales de naturaleza más o menos aleatoria y posiblemente sujetas a las leyes del azar. Tales fluctuaciones, si es que son sustanciales, pueden revelarse al estimar el error experimental, posiblemente por observación del coeficiente de variación. Si un experimentador encuentra que sus estimaciones del error experimental son consistentemente mayores que las de otros investigadores en el mismo campo, debe de revisar cuidadosamente su técnica para determinar el origen de sus errores.
- 2.- La otra forma en la que la falta de técnica puede incrementar el error experimental es con errores no aleatorios. Estos no están sujetos a las leyes del azar y no siempre se pueden detectar observando las medidas individuales.

Hemos hablado mucho de aleatorización, por lo que considero, debemos dar breve repaso de lo que es aleatorización y qué funciones tiene en la investigación.

#### IV. ALEATORIZACION:

La función de la aleatorización es asegurar que se tienen estimadores válidos del error experimental, de las medias (promedios) de tratamientos y de las diferencias entre ellas. La aleatorización es una técnica de obtener muestras de una población, donde cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser escogido. Para esto existen tablas especiales o se puede hacer por medio de la computadora, pero no se deben de usar papelitos ni granos de maíz o fichas, puesto que ni los papelitos son exactamente del mismo tamaño ni del mismo peso y lo mismo sucede con los granos de maíz y con las fichas, en cambio las tablas están construídas de forma que cada dígito tiene exactamente la misma probabilidad de salir que cualquiera otro.

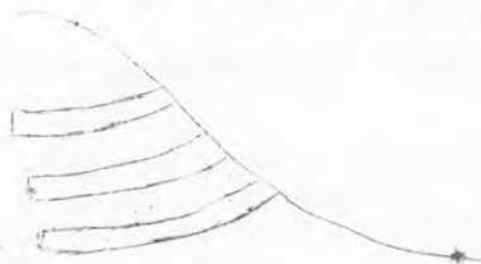
No deben confundirse las palabras: aleatorio y al azar, pues expresan conceptos diferentes y al confundirlos podría traer como consecuencia el usar malas técnicas de aleatorización, con las consecuencias del caso.

#### V. MANEJO DEL DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR.

Este diseño es el más sencillo de los usados en el campo. Para que los bloques funcionen bien, deben de ser homogéneos dentro de sí pero heterogéneos entre sí, de modo que al efectuar el análisis siempre esperamos rechazar la hipótesis que dice que "no existe diferencia entre bloques", en otras palabras, siempre esperamos que los bloques den significativos.

Para conseguir esos requisitos en el campo, cuando se trabaja fuera de una estación experimental, es de un valor incalculable el conocimiento que de la zona y del terreno, tiene el Agente de Extensión Agrícola.

Cuando el terreno tiene pendiente, la mejor forma de conseguir que los bloques sean homogéneos dentro de sí y heterogéneos entre sí, es poniendo los bloques de forma que queden perpendicular a la pendiente:



La homogeneidad dentro de los bloques se debe de mantener durante todo el tiempo que dure el experimento y claro está que ya no nos estamos refiriendo al terreno en sí, sino a todas las labores de manejo.

Supongamos que contamos con tres peones que nos ayudan en la conducción de un experimento, en el que se está usando un diseño de bloques completos al azar, y nos toca deshierbar, en este caso pondremos a un sólo peón a deshierbar un bloque, a otro peón a deshierbar otro bloque y así sucesivamente; de esta forma estamos manteniendo la homogeneidad dentro de bloques y la heterogeneidad entre ellos. Lo mismo debe de hacerse con las otras labores culturales. Cuando hay que hacer atomizaciones, como cuando se va a combatir la vaquita (Diabrotica Sp) saltahojas (Empoasca Sp) y otros, la atomización de todo el experimento la puede hacer una sola persona.

Montar un diseño de bloques completos en el campo es bastante sencillo pues es muy flexible. Los bloques no necesitan estar juntos, un bloque puede quedar en un lado y los otros en otro lado, por ejemplo cuando tenemos una acequia y si vamos a usar cuatro bloques, dos de ellos pueden quedar de un lado de la acequia y los otros dos del otro lado. LO QUE NO SE PUEDE HACER ES PARTIR UN BLOQUE. Si debido a condiciones del terreno el bloque no cabe, o si el número de tratamientos es tan grande que el bloque se hace muy largo y entonces pierde la condición de homogeneidad dentro de sí, lo que se debe de hacer es usar otro tipo de diseño, por lo general, se busca un diseño de bloques incompletos, pero nunca se debe de partir un bloque completo a nuestro arbitrio.

Como punto final quiero recalcar que no es conveniente desde ningún punto de vista hacer recomendaciones en base a un sólo ensayo, puesto que aunque tengamos la certeza de que no se está cometiendo Error Tipo I ni Error Tipo II, es decir, que nuestros resultados son correctos, estaremos seguros de obtener los mismos resultados sólo si se repiten exactamente las mismas condiciones que existían cuando se hizo el experimento, por lo tanto es recomendable no pasar los resultados al agricultor, hasta tanto no se haya repetido el experimento dos y preferiblemente tres veces.

LITERATURA CONSULTADA:

Chin Chum Li.

Mendenhall, Introduction to probability and Statistics.  
3a Ed. Duxbury 1971.

Steel & Torrie, Principles and Procedures of Statistics.  
Mc Grow - Hill Book Co., INC. 1960.

# COMENTARIOS SOBRE LA PRODUCCION DE FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L.)

## EN COSTA RICA

Eduardo Jiménez S.

### INTRODUCCION

La importancia del frijol común en la dieta y la economía costarricense no requiere ser destacada. Sin embargo, en apoyo de lo anterior resulta ilustrativo aportar algunas evidencias.

En primer lugar, Flores y colaboradores (12) estimaron en 1975 que el consumo individual promedio de frijoles en Costa Rica es de 51 gramos diarios. Pero si se toma en cuenta que la dieta popular no incluye cantidades adecuadas de proteína, la ingesta diaria de frijoles debería ser de 75 gramos por persona (16) para que se llene satisfactoriamente aquella necesidad nutricional. Por otra parte, si se considera un consumo nacional de 27.300 toneladas métricas por año, como en 1974 (2), y una población de 2 millones de habitantes, se encuentra que el consumo per cápita por día apenas alcanza un nivel de 37 gramos, que es la mitad de lo recomendable.

Con base en lo anterior, se deduce que la producción nacional de frijoles debería ser cuando menos de 55.000 toneladas métricas por año, a efecto de que nuestra población pueda llenar adecuadamente sus necesidades proteínicas.

No obstante que la producción nacional de frijoles es insuficiente, su contribución a la economía tiene cierta importancia, como indica el hecho de que, durante el período 1969-71, ocupó el noveno lugar en producción agrícola con un total de 4.415 toneladas, de acuerdo a Gutiérrez y colaboradores (13); según la prensa nacional, la producción actual llena la demanda del país pero, como se indicó antes, con un subconsumo que alcanza un nivel crítico del 50 por ciento.

### CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION NACIONAL.

Información muy ilustrada sobre las características de la producción nacional de frijoles durante el período 1950-1965, fue recopilada por Alfaro (1) en forma de un diagnóstico. La actualización de parte de esta información, con datos tomados del Censo Agropecuario de 1973, nos muestra lo siguiente:

1. Durante la última década registrada hubo un marcado descenso en el área cultivada, pasando de 44.000 ha (62.700 mz) en 1963 a 26.700 ha (38.000 mz) en 1973.



2. Con relación a la distribución geográfica de las parcelas frijole-  
ras, se manifestó una ligera tendencia hacia la concentración en  
el Valle Central, lo que junto a lo anterior refleja la importan-  
cia que adquirió en esa misma década el desarrollo de la ganadería  
de carne en las zonas bajas del país.
3. Los rendimientos obtenidos por los productores de frijol común fue-  
ron bajos en todo el país. En efecto, aquéllos oscilaron entre  
0,35 t/ha (Guanacaste y Limón) y 0,52 t/ha (Alajuela), con un pro-  
medio nacional de 0,41 t/ha, que es equivalente a 6,3 qq/mz, en  
1973. Por otra parte, los promedios extremos durante 1963 fueron  
de 0,32 t/ha (Cartago) y de 0,47 t/ha (Alajuela), siendo el prome-  
dio nacional para ese año de 0,36 t/ha, ó 5,5 qq/mz. Cabe subra-  
yar que en los últimos 10 años solamente se elevó el promedio na-  
cional en 0,05 t/ha y que en Alajuela es donde se produce frijoles  
con mayor eficiencia.
4. El tamaño promedio de la parcela se mantuvo reducido y, al igual -  
que el área total, también disminuyó entre 1963 y 1973 (1,6 vs 1,4  
ha).
5. Respecto a la tenencia de la tierra, en 1973 la mayoría de las -  
parcelas (74,7%) pertenecían a los agricultores; la quinta parte  
(19,2%) correspondió a formas mixtas de tenencia, y una pequeña -  
proporción (0,4%) estuvo bajo arrendamiento. El resto de las par-  
celas fueron cedidas bajo formas no especificadas.
6. La proporción de frijoles consumidos en la finca, lo cual es una -  
medida del carácter de subsistencia del cultivo varió bastante du-  
rante el año de 1973. Así, en Heredia, San José y Limón fue más -  
alto (con 56,7, 46,5 y 45,0%, respectivamente) que en Puntarenas y  
Cartago (con 37,7 y 29,0%).

Visto lo anterior, ahora podemos agregar que el tamaño reducido de las  
parcelas, sumado a la poca capacidad del agricultor de utilizar tecno-  
logía moderna, ayudan a explicar la ineficacia del sector agrícola cos-  
tarricense para proveer el mercado de frijol común.

#### CAUSAS DE LA INSUFICIENCIA.

Varios son los factores que contribuyen a la ineficacia del sector a-  
grícola costarricense para satisfacer adecuadamente la demanda de fri-  
jol común.

2. Con relación a la distribución geográfica de las parcelas frijole-  
ras, se manifestó una ligera tendencia hacia la concentración en -  
el Valle Central, lo que junto a lo anterior refleja la importan -  
cia que adquirió en esa misma década el desarrollo de la ganadería  
de carne en las zonas bajas del país.
3. Los rendimientos obtenidos por los productores de frijol común fue  
ron bajos en todo el país. En efecto, aquéllos oscilaron entre -  
0,35 t/ha (Guanacaste y Limón) y 0,52 t/ha (Alajuela), con un pro -  
medio nacional de 0,41 t/ha, que es equivalente a 6,3 qq/mz, en -  
1973. Por otra parte, los promedios extremos durante 1963 fueron  
de 0,32 t/ha (Cartago) y de 0,47 t/ha (Alajuela), siendo el prome -  
dio nacional para ese año de 0,36 t/ha, ó 5,5 qq/mz. Cabe subra -  
yar que en los últimos 10 años solamente se elevó el promedio na -  
cional en 0,05 t/ha y que en Alajuela es donde se produce frijoles  
con mayor eficiencia.
4. El tamaño promedio de la parcela se mantuvo reducido y, al igual -  
que el área total, también disminuyó entre 1963 y 1973 (1,6 vs 1,4  
ha).
5. Respecto a la tenencia de la tierra, en 1973 la mayoría de las -  
parcelas (74,7%) pertenecían a los agricultores; la quinta parte  
(19,2%) correspondió a formas mixtas de tenencia, y una pequeña -  
proporción (0,4%) estuvo bajo arrendamiento. El resto de las par -  
celas fueron cedidas bajo formas no especificadas.
6. La proporción de frijoles consumidos en la finca, lo cual es una -  
medida del carácter de subsistencia del cultivo varió bastante du -  
rante el año de 1973. Así, en Heredia, San José y Limón fue más -  
alto (con 56,7, 46,5 y 45,0%, respectivamente) que en Puntarenas y  
Cartago (con 37,7 y 29,0%).

Visto lo anterior, ahora podemos agregar que el tamaño reducido de las  
parcelas, sumado a la poca capacidad del agricultor de utilizar tecno -  
logía moderna, ayudan a explicar la ineficacia del sector agrícola cos -  
tarricense para proveer el mercado de frijol común.

#### CAUSAS DE LA INSUFICIENCIA.

Varios son los factores que contribuyen a la ineficacia del sector a -  
grícola costarricense para satisfacer adecuadamente la demanda de fri -  
jol común.