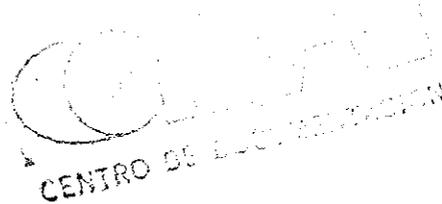
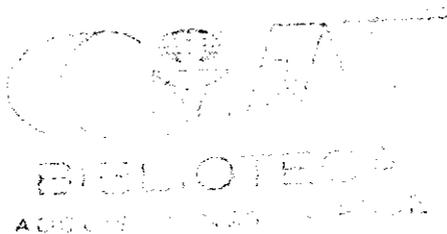


18553





FACTORES AGRONOMICOS EN EL MANEJO DE
ENSAYOS DE RENDIMIENTO EN FRIJOL



2018.137

C O N T E N I D O

- I. INTRODUCCION
- II. RELACIONES TAXONOMICAS
- III. ORIGEN Y AREAS DE PRODUCCION
- IV. BUSQUEDA DEL SITIO EXPERIMENTAL
- V. PREPARACION MECANICA DEL SUELO
- VI. MATERIALES REQUERIDOS PARA EXPERIMENTOS DE CAMPO
- VII. FERTILIZACION
- VIII. MATERIALES DE EVALUACION Y SU PREPARACION
- IX. SIEMBRA
- X. RIEGO
- XI. ROTACIONES
- XII. PRACTICAS CULTURALES DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL
- XIII. ESTADO FITOSANITARIO
- XIV. PLAGAS
- XV. DEFICIENCIA Y TOXICIDAD
- XVI. COSECHA
- XVII. ALMACENAMIENTO DE FRIJOLES EN LA FINCA
- XVIII. APROXIMACION DE NIVELES DE NUTRIENTES EN EL SUELO PARA FRIJOL
- XIX. EVALUACION DE LOS ENSAYOS
- XX. BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

Para las pruebas de rendimiento en la planta de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) se tiene en cuenta únicamente la medición de su parte reproductiva, es decir, la semilla. Los ensayos preliminares de rendimiento son como todos los otros experimentos preliminares. Mediante ellos se tiene la oportunidad de detectar las diferencias existentes entre los materiales a probar. Luego de pasar los materiales por las pruebas preliminares, una vez seleccionados los materiales más sobresalientes, éstos son sometidos a diseños experimentales más sofisticados para obtener una mayor selectividad.

Los ensayos preliminares son escogidos debido a su simplicidad, por esta razón se puede manejar gran número de materiales con poca semilla y a su vez las parcelas son relativamente pequeñas ($7.2m^2$) con tres repeticiones para obtener una mayor representatividad. Estas parcelas, por su tamaño y uniformidad, permiten un manejo más cuidadoso, un mejor mantenimiento y economía con el fin de obtener datos con una relativa y alta precisión. No obstante, Davis 1978, sostiene que el tamaño de las parcelas en pruebas de rendimiento deben tener un área de $6m^2$ descartando 1 metro de cabecera y un surco al momento de la cosecha. El resultado de estos experimentos con parcelas de $7.2m^2$ se expresan en gramos/ m^2 .

Así pues, el objetivo en los ensayos de rendimiento no consiste en determinar el rendimiento absoluto, el cual se expresa en kg/ha, sino detectar las grandes diferencias entre ellos mismos y compararlos con los ya establecidos dentro del mismo color, hábito de crecimiento y tamaño de los granos.

2. RELACIONES TAXONOMICAS

El género *Phaseolus* tiene unas 180 especies aproximadamente y de ellas el 70% son originarias de América y el 20% de Asia y Africa.

Los frijoles cultivados en el nuevo mundo están representados por cuatro especies: *P. vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. coccineus* L. y *P. acutifolius* Gray.

La clasificación botánica de las especies de *Phaseolus* es:

Reino:	Vegetal	Subclase:	Dicotyledoneae
Subreino:	Embryophyta	Orden:	Leguminales
Phylum:	Tracheophyta	Familia:	Papilionaceae
Subphylum:	Pteropsida	Tribu:	Phaseoloideae
Clase:	Angiosperme	Subtribu:	Phaseolinae
Género:	<i>Phaseolus</i>		

Para diferenciar las diferentes especies se consideran características tales como germinación (epigea, hipogea), formas de semillas, vainas y hojas, especialmente.

Las especies cultivadas reciben diferentes nombres regionales de las cuales los más conocidos son: frijoles (Colombia, México, etc.) frejoles (Ecuador), Porotos (Argentina), judías (varios países) alubias (España), Carotas (Venezuela), feijoes (Brasil), Habillas (Paraguay), fagioli (Italia), bohnnen (Alemania), haricots (Francia), Kidney beans, pea beans, snap beans (Estados Unidos).

3. ORIGEN Y AREAS DE PRODUCCION

El origen del frijol común, *Phaseolus vulgaris*, se ha señalado en América aunque la localización regional sigue aún bastante discutida. Se han encontrado frijoles en tumbas preincaicas en el Perú. Las expediciones que descubrieron el Nuevo Mundo encontraron que en él se cultivaba el frijol:

Colón en 1492 encontró en Cuba frijoles de variedades rojas y blancas distintas a las que él conocía y después también las observó en Honduras.

De acuerdo con Vavilov, los frijoles son originarios de la parte tropical del suroeste de México, Guatemala, Honduras y una parte de Costa Rica.

Como resultado de las exploraciones realizadas en México, se encontró *Ph. vulgaris* en forma silvestre, distribuido a lo largo de la Sierra Madre Occidental, en una franja de transición ecológica comprendida entre los 500 y 1800 metros de altura sobre el nivel del mar. La mayor frecuencia de variedades silvestres se observa a los 1200 metros de altitud en donde se encuentra la mayor variación genética de la especie como también con las plagas y enfermedades del frijol. Estas observaciones y los restos arqueológicos más antiguos del *Ph. vulgaris* confirman el origen del frijol en el área Occidental de México - Guatemala a una altura aproximada de los 1200 metros sobre el nivel del mar.

En los principales países productores de frijol como la India y la China, parece que *Ph. mungo* y *Ph. radiatus* son más importantes que *Ph. vulgaris*. Por eso América Latina y Brasil en particular, pasan a ser la región y el país respectivamente, con la mayor producción de *Phaseolus vulgaris* del mundo.

En Brasil, el frijol producido es casi exclusivamente *Phaseolus vulgaris*. México el segundo productor más importante de América Latina, produjo casi tanto *Ph. vulgaris* como América del Norte y mucho más que toda Europa. La producción de frijol en Africa es, aproximadamente una tercera parte de la de América Latina.

En América del Norte y en el Cercano Oriente, los rendimientos son su

Cuadro 1. Area cultivada con fríjol, producción y rendimiento del fríjol en los países productores del mundo, 1975-77.

País	Area (miles de ha)	Producción (miles de ton)	Rendimiento (kg/ha)
Brasil	3788	1973	521
México	1525	837	547
Argentina	167	187	1085
Chile	82	85	1032
Colombia	112	78	693
Guatemala	119	70	599
Paraguay	70	54	771
Nicaragua	69	51	746
Perú	64	49	772
Venezuela	95	48	493
Honduras	87	47	540
El Salvador	54	38	703
República Dominicana	45	33	731
Ecuador	66	30	451
Cuba	35	24	686
Costa Rica	36	15	417
Panamá	17	4	235
América Latina ¹	6486	3677	567
China	2605	2229	856
Estados Unidos	570	779	1370
Japón	113	148	1310
Canadá	68	97	1435
Lejano Oriente	9472	3179	336
Africa	1961	1106	564
Europa Occidental	941	483	513
Cercano Oriente	230	302	1313
Africa del Sur	69	64	927
Producción Mundial	23722	12392	522

¹ Los totales no corresponden a la suma de las columnas, porque se excluyó del cuadro 1 a los países de América Latina que presentaban cifras inconsistentes.

periores a 1.3 ton/ha. En la zona templada de América Latina (Chile y Argentina), donde el frijol se produce principalmente en monocultivo, se consiguen rendimientos de más de 1 ton/ha. A excepción de China los rendimientos del frijol en los principales países productores del mundo como México, Brasil e India, son sumamente bajos, porque, entre otras razones, en ellos el frijol se siembra, casi siempre, en asociación con otros cultivos, generalmente con bajos niveles de insumos (HOJAS DE FRIJOL, 1979).

4. BUSQUEDA DEL SITIO EXPERIMENTAL

Como en todos los experimentos en agricultura existe la necesidad de descartar en cuanto sea posible todos los factores predecibles e imponderables que puedan afectar los resultados del experimento. Las pruebas preliminares de rendimiento deben llevarse a cabo muy cuidadosamente puesto que el tamaño de las parcelas es muy pequeño y debido a esto es muy sensible a la heterogeneidad del suelo y a otros factores de las prácticas culturales. El campo experimental podría tener una estructura uniforme, ser fértil y plano, buen drenaje; el buen drenaje es importante; el agua de irrigación puede dar un buen desarrollo a la planta.

La dosificación debe proporcionarse adecuadamente ya que si se aplican cantidades mayores que la requerida, puede ser desastroso. Una alta precipitación en un período corto de tiempo inundará también el campo si no hay una buena disponibilidad de canales de drenajes.

4.1 Historia del Lote.

Es importante conocer la historia del lote a escoger para prevenir algunas irregularidades durante el establecimiento del cultivo de frijol,

algunas consideraciones podrían ser:

- 4.1.1. Cultivos anteriores: Tener cuidado si no se han efectuado rotaciones.
- 4.1.2. Herbicidas: Epoca de aplicaciones, dosis y tipo de herbicida aplicado. El tipo de las atrazinas, por tener efecto residual, afectarán el cultivo de fríjol.
- 4.1.3. Patógenos del suelo: Hay algunos patógenos del suelo como nemátodos (en suelos arenosos) o problemas de pudriciones de raíz debido a cultivos anteriores.
- 4.1.4. Fertilizantes aplicados: Epoca de aplicación, dosis en la cual se aplicó el fertilizante, si el suelo ha sido encalado anteriormente.
- 4.1.5. Descripción de malezas encontradas antes de la preparación del terreno: Esto es necesario para la elección del herbicida adecuado.

4.2. Características de Clima y Suelo.

El fríjol se adapta a las más variadas condiciones de suelo y clima. En Colombia, las zonas de producción de fríjol están localizadas en altitudes que van desde los 800 hasta casi los 3,000 metros. Las variedades nativas que se encuentran en las menores altitudes son las de tipo arbustivo de bastante precocidad y en las tierras altas, variedades de tipo de enrame o voluble de prolongado período vegetativo.

Las condiciones de suelo son igualmente variadas. Pero los mejores rendimientos se han logrado en suelos de textura liviana, de buena fertilidad y subsuelos permeables. Suelos ácidos con bajo contenido de fósforo, alto contenido de aluminio y manganeso, no son convenientes para la producción de fríjol si el suelo no es enmendado antes de la siembra (Foy, 1974). Debido a los factores antes mencionados, es necesario tomar muestras de suelos y analizarlas para conocer su pH, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), los cationes intercambiables tales como Al^{+++} , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , Mn^{++} , y

algunos otros elementos que son necesarios como N, P, K, B, Zn.

El nitrógeno puede ser estimado a partir del contenido de la materia orgánica del suelo si no se dispone de la facilidad para el análisis de estos elementos en el laboratorio. El pH puede determinarse utilizando papel indicador el cual cambia de color de acuerdo con el grado de acidez o de alcalinidad de la solución del suelo. Una información más amplia puede ser obtenida en los seminarios concernientes a suelos básicos.

5. PREPARACION MECANICA DEL SUELO

En tierras mecanizables la preparación debe efectuarse acorde con las necesidades de cada suelo y su grado de infestación de malezas, pero sin provocar excesos por demasiado uso de maquinaria, demasiado peso de ellas, o inoportunidad de labores por condiciones de humedad altas. Cuando el terreno está muy seco o muy húmedo, puede originar formación de terrones y se hace necesario sobrecargar la labor de rastrillo. El número de rastrilladas está condicionado al tipo de suelo, malezas, etc., pero es bastante provechoso, especialmente para el efectivo control de malas hierbas, dejar la última pasada de rastrillo para la fecha de la siembra. La labor de nivelación en lotes donde la siembra se hace con máquinas es indispensable. Las acumulaciones de humedad en el suelo afectan las plantas directamente, además de favorecer el desarrollo de organismos responsables de pudriciones de la raíz, por esta razón es muy conveniente considerar la elaboración de zanjas de drenaje que contribuyen a mantener el lote libre de encharcamientos.

Por lo general en la estación experimental hay facilidades para la preparación mecánica del suelo. Después de marcado el lote, el tractor puede ir a subsolar (si es necesario), rastrar, arar o preparar las camas para la semilla y otras labores de la labranza. Los objetivos de la preparación del terreno son:

- 5.1. Preparar unas camas adecuadas para la semilla.
- 5.2. Destruir los residuos de cultivos anteriores y las malezas.
- 5.3. Mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo.

Subsolada: El objetivo de la subsolada es mejorar las condiciones físicas de los estratos del subsuelo para que las raíces puedan penetrar y extraer fácilmente el agua. No todos los lotes necesitan esta operación, sólomente en los lotes donde el subsuelo es compacto debido a la estructura pobre y a la formación del pie de arado. Estas condiciones se pueden observar durante los cultivos anteriores, donde se han presentado problemas de inundación y de drenaje. La subsolada mejora el desarrollo de las raíces. A mayor capacidad de penetración de las raíces mejor será el desarrollo del cultivo y menor será el volcamiento en época de floración, la cual es crítica para la producción.

Rastrada: El objetivo de la rastrada es destruir las malezas, residuos de cosechas que quedan del cultivo anterior. Sin rastrada el lote se verá sucio aunque se are.

Arada: El objetivo de la arada es romper y voltear el suelo a una profundidad de 15 a 60 o 75 cms. El tiempo y la velocidad de la arada es importante. Si el suelo es muy húmedo, la superficie se compacta y no se rompe el suelo. Si se labora en estas condiciones, el campo puede quedar con terrones y sería necesario hacer una aplicación de riego por aspersión preferiblemente para así ayudar a la destrucción de terrones mejorando de esta forma las condiciones del campo y la eficiencia del implemento.

Velocidad del tractor: al arar el campo es importante tener en cuenta la velocidad del tractor. Si la velocidad es baja, el tractor sólo corta y levanta un poco la tierra, no la voltea, y la deja en la misma posición. Si se hace a una velocidad más rápida, el suelo se rompe y se disgrega según el tamaño de las partículas.

Preparación de las camas: El objetivo de esta labor es mejorar el semillero a través de la máxima pulverización del suelo, para que la semilla tenga mejor contacto. En camas cuando se riega por surcos, hay mayor aprovechamiento del agua por parte de la planta. El uso del azadón rotativo es común en la granja experimental de CIAT-Palmira. El uso de este implemento no es recomendado en campo que tiene bajo contenido de materia orgánica porque éste va a destruir la estructura del suelo y como consecuencia el terreno se compacta y disminuye la capacidad de retención de agua. De acuerdo a experiencias tenidas en Quilichao y Popayán no se recomienda hacer camas en suelos con alto contenido de materia orgánica, ya que los agregados del suelo son inestables.

Cultivada con herramientas superficiales: Esta labor es llevada a cabo cuando las plantas de frijol pasan su primer estado trifoliar. Los objetivos de la cultivada son:

- a) Conservar el agua por medio de la ruptura capilar del suelo.
- b) Aumentar la capacidad de absorción del suelo.
- c) Reducir la pérdida de agua por escorrentía.
- d) Control de malezas.

6. MATERIALES REQUERIDOS PARA EXPERIMENTOS DE CAMPO

Los materiales podrían ser preparados con anticipación a la conducción del experimento tales como fertilizantes, preparación de semillas, herbicidas, insecticidas, fungicidas, etc.

Hilo.

En ensayos pequeños se acostumbra demarcar la parcela con hilo, el cual puede ser cabuya o piola. Si no se posee hilo, puede utilizarse cal para marcar las parcelas, especialmente en ensayos grandes, luego se procede a trazarlas. Las líneas marcadas con cal permiten el paso libre del tractor.

El hilo debe tener un grosor determinado y no ser muy elástico. Si el hilo es muy delgado, el viento lo desvía y no permite una línea recta, si es muy grueso, es difícil manejarlo. Cuando se necesita trazar más de 50 metros debe utilizarse un hilo más grueso, y en los extremos del hilo se colocará una estaca.

Estacas.

Generalmente se utilizan estacas de guadua o de madera para demarcar las parcelas principales. Para evitar el rápido deterioro o pudrición de las estacas, se sumergen en un recipiente que contenga aceite quemado. El extremo de la estaca de madera se puede amarrar con alambre para evitar que se rajen. Después de la cultivada y con previo mapa de siembra se identifican las subparcelas con estaquillas plásticas colocadas sobre alambre dulce calibre 12. Esta estaca llevará el número de la subparcela y la identificación de cada material.

Procedimiento para marcar las parcelas: Si el campo es plano y los surcos son uniformes, no hay problema en la demarcación del lote. La demarcación de los lotes será difícil si el terreno es irregular. En este caso se procede a medir el lado más largo del lote y a estacarlo. Esta línea servirá como base para toda la medición.

Medir un ángulo recto.

Hay dos formas para obtener un ángulo recto en el campo:

1. Por el método de raíz cuadrada (Teorema de Pitágoras).
2. Utilizando el método de prisma angular.

Este invento manual es muy útil porque agiliza la medición en el campo. Estos conceptos se ampliarán durante las horas prácticas del curso.

7. FERTILIZACION

El fríjol como cualquier otro cultivo leguminoso requiere un suelo

relativamente fértil para el buen desarrollo de la planta. Suelos muy ácidos o muy alcalinos no son adecuados para la producción de fríjol.

El fríjol necesita más calcio que otros cultivos, y también es muy sensible a Al^{+++} y Mn^{++} iones en la solución del suelo. El fósforo es otro factor limitante en muchas zonas productoras de fríjol en Latinoamérica.

Los suelos de la parte central del Valle son generalmente muy fértiles y por eso no se debe esperar mayor respuesta a los fertilizantes, aunque la validez de esta afirmación está sujeta a la condición de la buena programación de las rotaciones. En los suelos de condiciones de fertilidad inferior, debe esperarse respuesta a fertilización con 100 a 300 kg/ha de formulaciones tales como 10-30-10, 0-20-10, 5-20-20 aplicados en banda lateral al surco en el momento de la siembra, sin exponer la semilla al contacto directo, ya que es muy sensible a daños por este concepto. (Orozco, 1974).

En la mayoría de los suelos de las cordilleras colombianas, de climas cafetero y frío, cuando se hace siembra de fríjol, se debe esperar respuesta a Nitrógeno y Fósforo, especialmente este último. Estos suelos son en su mayoría ácidos y por esta condición debe considerarse la enmienda a base de cal al establecer los cultivos que suelen usar en la rotación del fríjol.

Las aplicaciones de fertilizantes que se hacen a los cultivos de uso normal en las rotaciones con fríjol, tienden a manifestar incrementos en los rendimientos de éste.

Se pueden presentar deficiencias de algunos elementos en las condiciones extremas de acidez o alcalinidad, tales como Magnesio, Zinc, Boro, Manganeso, Cobre y Hierro. Cuando se presentan deficiencias reconocibles en suelos alcalinos, de los dos primeros especialmente, ellos pueden suplirse en aspersiones durante el crecimiento del fríjol en nivel de 5 kg/ha para el primero y 3 kg/ha para el segundo en 100 galones de agua, previa neutralización. Para aplicaciones sin neutralizar se preparan soluciones en

100 galones de agua, con tres libras de sulfato de magnesio y 1 1/2 libras de sulfato de zinc y debe usarse más de 200 litros por hectárea. Cuando se trata de siembras de fríjol en zonas donde se conoce este cultivo, es necesario el análisis previo del suelo, para poder planear enmiendas o fertilizantes en forma oportuna y adecuada.

Tipos de Fertilizantes.

- 7.1. Fertilizantes simples: Estos tipos de fertilizantes son aquellos que sólo llevan un elemento primario, por ejemplo N, P, o K.
- 7.1.2. Fertilizantes nitrogenados: Estos fertilizantes se dividen en cuatro grupos de acuerdo con la forma del N.
- los del grupo Amonio cuya forma es NH_4^+ , por ejemplo sulfato de Amonio y cloruro de Amonio
 - Los del grupo Nitrato de forma NO_3^- , por ejemplo: Nitrato de Calcio, Nitrato de Sodio y Nitrato de Potasio
 - Fertilizantes que tienen las dos formas anteriores (una parte de NH_4^+ y otra de NO_3^-), por ejemplo: Nitrato de Amonio Sulfatado y Nitrato de Amonio encontrado en la roca caliza
 - Fertilizantes Amidas, estos fertilizantes contienen Nitrógeno en forma Amida que sufren cambios químicos en el suelo antes de estar disponible a la planta en las formas NH_4^+ y NO_3^- , por ejemplo: Cianamida de Calcio y Urea.

El grupo de los nitratos estimula la captación de los cationes mientras que los de Amonio promueven la captación de los aniones en ciertas plantas, pero no hay evidencia en fríjol de estas diferencias.

Todos los fertilizantes nitrogenados a excepción del Nitrato de Calcio tienen una alta acidez equivalente. La acidez equivalente se define como el número de partes por peso de carbonato de calcio (CaCO_3) requerida para

neutralizar la acidez resultante del uso de 100 partes de material fertilizado. Por ejemplo, el sulfato de Amonio tiene una acidez equivalente de 110. Esto quiere decir que se necesita 110 kg de Carbonato de Calcio equivalente para neutralizar la acidez desarrollada en el suelo por el uso de 100 kg de sulfato de amonio como fertilizante. Esto es importante en las áreas marginales productoras de fríjol, donde el pH del suelo está alrededor de 5. Altas aplicaciones de Fertilizantes Nitrogenados bajarían el pH y el rendimiento de fríjol también se vería afectado (CIAT 1976).

7.1.2. Fertilizantes fosfatados: Estos fertilizantes se dividen en tres grupos de acuerdo al P disponible o soluble..

- Soluble en agua, por ejemplo: superfosfato simple (16-20% P_2O_5)
superfosfato triple (36-48% P_2O_5)
- Insolubles en agua pero solubles en: Citrato de amonio: fosfato dicalcico (fosfato Rhenania 27%)
Escoria Thomas.
- Soluble en ácido cítrico: roca fosfórica \pm 20% P_2O_5

Combinación de fosfatos solubles y no solubles en agua. Este tipo de fertilizantes contienen más de un nutriente, porque la roca fosfatada es acidulada en ácido nítrico. Este tipo de acidulación es la respuesta de la deficiencia de azufre y a la fluctuación del precio en el mercado de este elemento. Por ejemplo:

fosfafo de amonio:	N y P
nitrofosfato de amonio:	N y P
nitrofoska:	N, P y K
abocol triple 14:	N, P y K

Para la producción del fríjol en suelos relativamente ácidos y con bajo contenido de azufre es recomendable el superfosfato simple porque se suminis-

trará en pequeñas cantidades los elementos Ca y S. En los suelos con alta capacidad de fijación reduce la disponibilidad de P más que los fertilizantes fosfatados no solubles en agua. Mientras que las plantas de fríjol necesitan un continuo suministro de P a lo largo de todos su período vegetativo (Haag, 1967), una combinación de fertilizantes solubles y no solubles podría ser la mejor fuente de P. Altas aplicaciones de fertilizantes fosfatados inducen deficiencia de Zn (Lessman, 1972) y también deficiencia de Fe (Wallace, et al 1971).

7.1.3. Fertilizantes Potásicos: Todos los fertilizantes potásicos contienen K como nutriente para la planta en forma soluble en agua. De tal manera que sean fácilmente disponibles para ésta. Los fertilizantes potásicos más comunes son:

- Cloruro de K (KCl) con 50-60% K_2O
- Sulfato de K (K_2SO_4) con 48-52% K_2O
- Sulfato Magnésico de K (Patenkali) con 26-30% de K_2O y 9-12% de MgO .

El cloruro y el sulfato de K son considerados de igual valor para el Fríjol. (El cloruro de K es perjudicial para el cultivo del tabaco porque reduce su calidad y baja la combustibilidad del tabaco). En general en Latinoamérica hay poca respuesta o ninguna a la fertilización con K. (Bain, 1967; Herrera 1964). Altas aplicaciones de fertilizantes potásicos pueden inducir la deficiencia de Ca o Mg. Fleming; 1956, demostró que un incremento en la concentración de K trae como consecuencia una disminución en la absorción del Ca en habichuela.

7.2. Fertilizantes completos o compuestos y fertilizantes mixtos: Los fertilizantes completos son aceptados debido a sus ventajas; son menos voluminosos y por consiguiente reducen el costo del transporte y su aplicación.

Los fertilizantes mixtos son obtenidos mediante mezclas mecánicas de fertilizantes simples. Esto tiene una desventaja puesto que poseen más bajo contenido de nutriente puro. Cada fertilizante simple lleva un cierto grado de relleno (materiales inertes). No obstante no todos los fertilizantes simples son mezclables.

Braga (1969) en el Brasil encontró que el fosfato de amonio es superior a los fertilizantes de fosfato simple en fríjol.

7.3 Abono verde, orgánico y molch: Los beneficios que se derivan de usar este tipo de abono son:

- Mejorar la estructura del suelo
- promover los procesos microbiales en el suelo
- dar aireación y mayor capacidad de retención de agua al suelo.

Por otra parte, los abonos verdes suministran a la planta pequeñas cantidades de K y trazas de otros elementos menores. Las sustancias orgánicas de estos abonos tienen muy bajo contenido de nitrógeno y altos contenidos de C, de esta forma, la relación C/N es importante para juzgar estas cualidades. Una alta relación C/N por ejemplo el tamo de arroz puede aumentar temporalmente una deficiencia de N en las plantas y como consecuencia una reducción en el rendimiento. Los microorganismos requieren ciertas cantidades de N para descomponer la materia orgánica en el suelo y si este elemento no está presente en cantidades adecuadas en la materia orgánica ellos sacan nitrógeno del suelo. Los microorganismos requieren nitrógeno para la formación de las sustancias de su cuerpo (aminoácidos). Es solamente después de la descomposición de los microorganismos que el N libre es fijado temporalmente. Si se utiliza materia orgánica con bajo contenido en N orgánico, se deben emplear dosis altas para evitar las deficiencias de N en las plantas.

7.3.1. Abono verde.

El abono verde representa una manera económica y efectiva de suministrar

fertilidad al suelo. Pero cuando el agua es un factor limitante, el abono verde no es aconsejable puesto que durante el desarrollo de cultivos posteriores, éstos sufrirán la sequía. Un buen abono verde normalmente pertenece a las leguminosas. Almeida et al (1975) demostró que mediante la utilización de soya perenne había una mejor respuesta del cultivo y una mejor utilización de los fertilizantes. Mascarenhas et al (1967) obtuvo un aumento del 4% en los rendimientos mediante la incorporación de *Crotalaria juncea* L. Miyasaka (1966) comprobó que las leguminosas eran mejores que las gramíneas como abono verde.

7.3.2 Materia Orgánica.

En muchas regiones de Colombia tales como Antioquia, Restrepo en el Valle del Cauca, el estiércol y el compost son los abonos orgánicos más frecuentemente usados. En el caso del estiércol de gallina (gallinaza) más un nutriente adicional al suelo se estima que aportan 10 kg de N, 30 kg de P_2O_5 y 20 kg de K_2O . En la estación experimental del CIAT la gallinaza solamente se utiliza en casos específicos.

7.3.3. El Molch (Cultivo de Cobertura).

Por molch debe entenderse la cobertura al suelo con residuos de cosechas tales como paja, hierba, etc. para proteger el suelo de la acción directa de los rayos del sol, de las precipitaciones fuertes, y de esta forma prevenir la pérdida de la estructura del suelo y la evaporación. Sin dejar de desconocer algunas desventajas de los cultivos de cobertura tales como la competencia con el cultivo principal por agua y nutrientes. Experimentos realizados en el CIAT demuestran que los cultivos de cobertura mejoran al suelo la capacidad de retención de agua, menos malezas y evita el endurecimiento de la superficie del suelo. (Voysest, comunicación personal).

7.4. Sistemas y Epocas de Aplicación de Fertilizantes en Fríjol.

Existen 4 métodos estándar para la aplicación de los fertilizantes sólidos.

- Al voleo: Este sistema es utilizado cuando el cultivo a plantar es de mucha densidad. No es eficaz si el cultivo es sembrado en surcos con amplias calles debido a la competencia de las malezas y la volatilización del fertilizante. En el caso de los fertilizantes fosforados y suelos con alta capacidad de fijación se reducirá la disponibilidad del P.
- Aplicación en banda: Se recomienda este tipo de aplicación en suelos que tienen alta capacidad de fijación de P. En Popayán se efectuaron aplicaciones de Superfosfato triple en bandas y resultó 4 veces más efectivo que al voleo (CIAT 1974). Estos mismos efectos demostraron Amaral y otros (1971).
- Aplicaciones localizadas: Estas aplicaciones no son comunes en cultivos de fríjol; es común en cultivo perenne.

7.5. Métodos para Aplicación de Fertilizantes Líquidos, o Sólidos Solubles en Agua.

- Aplicación foliar: Esta aplicación es muy común cuando se va a fertilizar con microelementos. Siempre se debe usar un pegante o adherente con el fin de evitar el lavado del fertilizante. El método de mezclar el fertilizante en el agua de riego no es común en fríjol.

Con aplicaciones foliares de N. P. K. se puede lograr un aumento en el rendimiento hasta de 26%; por el contrario, si la aplicación es basal, el rendimiento sólo aumenta un 18% (Bulisani et al 1973).

Brower et al (1976), mostró la efectividad de aplicación foliar de Zn con 2 ó 3 aplicaciones.

7.6. Epoca de Aplicación.

En general la aplicación basal de N. P. K. en suelos pobres se efectúa durante la preparación de la tierra o caballoneada, durante la siembra o a

más tardar, durante la germinación; esta aplicación se hace en bandas. En tierras fértiles como las de la Granja Experimental del CIAT en Palmira no se usan estos tipos de fertilizantes excepto cuando hay la necesidad de corregir deficiencias de microelementos tales como B y Zn. Mascarenhas et al (1966) aplicó fertilizante nitrogenado durante las siguientes épocas 7, 14, y 21 días después de la germinación y no obtuvo diferencias significativas en los rendimientos debido a que los fertilizantes nitrogenados son muy solubles y de rápida disponibilidad para la planta. El K también es muy soluble por eso se puede aplicar al tiempo con el N. Por el contrario los fertilizantes de P necesitan más tiempo para estar en forma disponible a la planta que los fertilizantes mencionados anteriormente. Aplicaciones fraccionadas no son comunes en el cultivo del fríjol, porque no tienen importancia significativa.

Dosis: Es imposible recomendar una dosis de aplicación que sea válida para cualquier parte de una zona de producción de fríjol, porque hay muchas diferencias de fertilidad del suelo según las condiciones agroclimáticas. Recomendaciones de fertilización se pueden proponer únicamente si se tiene suficiente información de la región a través de ensayos de campo acompañados con los datos de análisis de suelo.

8. MATERIALES DE EVALUACION Y SU PREPARACION

Los materiales para las pruebas preliminares se dividen en 2 grandes grupos así:

8.1. Materiales standard.

Son los materiales ya establecidos de los cuales algunos se encuentran ya en producción comercial.

8.2. Materiales Mejorados del CIAT.

Los cuales poseen características de resistencia a plagas, enfermedades

y otras cualidades desde el punto de vista de mejoramiento, aunque todavía no tienen registros de rendimiento; por esta razón se llevan a cabo estos experimentos.

Debido a la gran cantidad de materiales para probar, es necesario dividirlos en grupos pequeños con ciertos criterios a saber:

8.2.1. Hábito de crecimiento.

8.2.2. Color de semilla.

8.2.3. Tamaño de los granos.

De acuerdo a lo anterior, se describe la siguiente tabla:

Grupo	10000	Arbustivo grano negro pequeño.
Grupo	20000	Arbustivo grano rojo pequeño.
Grupo	20500	Arbustivo grano rojo grande/mediano.
Grupo	30000	Arbustivo grano blanco pequeño.
Grupo	30500	Arbustivo grano blanco grande/mediano.
Grupo	40000	Arbustivo pacífico Sur grande/mediano.
Grupo	40500	Arbustivo México grande/mediano.
Grupo	50000	Arbustivo Brasil pequeño/mediano.
Grupo	60000	Voluble grano negro pequeño. (VNA).
Grupo	60500	Voluble grano negro pequeño. (VNB).
Grupo	70000	Voluble grano rojo pequeño. (VRA).
Grupo	70500	Voluble grano rojo grande/mediano. (VRB).
Grupo	80000	Voluble grano claro grande. (VCA).
Grupo	80500	Voluble grano claro grande. (VCB).

El tamaño de los granos se mide a partir del peso de 100 gramos.

Pequeño si 100 semillas pesan menos de 25 gms.

Mediano si el peso de 100 granos está entre 25 y 40 gms.

Grande si el peso de 100 semillas es mayor de 40 gms.

Con esta separación en subgrupos se podría evitar el excesivo tamaño porque se comparan subgrupos de materiales de mejoramiento con subgrupos

standard respectivamente. Estos son analizados estadísticamente.

8.3. Calidad de Semilla.

Aunque el fríjol no tiene latencia (Dormancy) de semilla se necesita una buena calidad para obtener viabilidad, germinación y vigor uniformes de la planta. La semilla arrugada, de color mareado y de menor tamaño que el normal no se desarrolla bien por lo tanto hay que descartarla. La tasa de germinación normalmente es muy alta en *Phaseolus vulgaris* L. pero si la semilla tiene mucho tiempo de almacenada y condiciones climáticas desfavorables hay que efectuar prueba de germinación. Para esta prueba es suficiente 4 replicaciones con 25 semillas cada una. Para mayor seguridad en este tipo de ensayos se recomienda sembrar la densidad recomendada más el 50%.

8.4. Tratamiento de la Semilla.

Una labor fundamental antes de la siembra consiste en el tratamiento de la semilla con insecticidas y fungicidas para el control de plagas y enfermedades, según los productos y recomendaciones que se encuentran en el mercado. Es de gran importancia esta recomendación ya que el futuro de el ensayo depende de la germinación.

9. SIEMBRA

Los sistemas de siembra del fríjol son diferentes de acuerdo a las facilidades con que se cuenta.

En el CIAT es frecuente la práctica de sembrar en camas (de 60 cms) que han sido preparadas mecánicamente.*

En ciertas zonas marginales donde la tierra no es mecanizable a chuzo o con la ayuda de azadones rayadores.

* La siembra en CIAT-Palmira, Quilichao y Popayán se hace con la sembradora de precisión Almaco y tractor HEFTY-G.

9.1. Época de Siembra.

Hasta donde sea posible la mejor época de siembra es el primer semestre del año por ser el semestre con condiciones agroclimáticas más favorables. Si la siembra se efectúa fuera de la época principal se tendrán problemas de ataque de plagas, disponibilidad de riegos y dificultad para la ejecución de prácticas culturales.

9.2. Sistemas de Siembra.

Hasta el momento la siembra de Materiales en la granja experimental CIAT en alto porcentaje se realiza mecánicamente, ya que se cuenta con una máquina especial que trabaja con poca cantidad de semilla, que no la tritura y que además deposita la semilla con la precisión de las distancias de siembra que los experimentos requieren. En ensayos pequeños y con materiales volubles la siembra se realiza roturando el suelo con azadones rayadores a una profundidad dada, y con la ayuda de reglas graduadas se deposita la semilla en el surco o en el sitio.

Viera et al (1972) sugiere que una profundidad de siembra adecuada oscila entre 5 - 10 cms. dependiendo de ciertos criterios agroclimáticos. A profundidades menores de 5 cms la semilla se deshidrata y no germina. A profundidades mayores de 10 cms la energía de la semilla no es suficiente para romper el suelo y emerger.

9.3. Población y Distancia entre Surcos y entre Plantas.

Daniel (1975) mostró que mediante un sistema de siembra con adecuada densidad y propio espacimiento de las plantas, el rendimiento se aumenta hasta el 200% en suelo franco. Enyi (1975) logró obtener un incremento en los rendimientos al aumentar la población hasta 444.000 plantas/ha. Correa et al (1960) mostró que obtuvo mejores rendimientos con distancias de siembra de 95 cms entre surcos y 30 cms entre plantas. Agnew (1959) indicó la importan-

cia de la distancia entre plantas y surcos y recomendó una distancia entre 5 y 14 cms para obtener alto rendimiento. Por el contrario Chagal et al 1975 mostró que no hay ningún efecto sobre los rendimientos cuando se siembra con distancias entre surcos de 30, 50 y 70 cms y población constante.

Estas contradicciones se deben a que se utilizan materiales de fríjol con distintos hábitos de crecimiento y diferentes fertilidades del suelo. CIAT (1976) comprobó que en suelos fértiles cada hábito tiene su población óptima. Hábitos I y II, 240,000 plantas/ha; hábitos III y IV, 120,000 plantas/ha.

En ensayos preliminares de rendimiento se siembra con una densidad mayor para posteriormente ralea y así obtener la población final requerida.

10. RIEGO

La facilidad de riego es necesaria para poder lograr un buen éxito en los ensayos. El agua de riego se mide en términos de mm; esto significa que un litro de agua riega una superficie de 1 m².

La falta de agua reduce los rendimientos del fríjol; el número de vainas por planta, el número de granos por vaina y el peso del grano sufren mermas notorias al presentarse sequías en períodos críticos tales como floración, formación de granos y maduración de los mismos. Es importante desde luego una adecuada humedad para la germinación, lluvias suficientes y bien distribuidas en la etapa de crecimiento para que al ciclo reproductivo llegue la planta con un suficiente desarrollo para soportar una carga adecuada.

Los rendimientos se afectan por reducción de vainas si la sequía ha ocurrido en la floración, reducción de vainas y granos si en la formación de granos y reducción del peso de granos, si el período de sequía se ha presentado antes de que la planta alcance completa madurez fisiológica. Debe anotarse, sin embargo, que por exceso de agua durante la floración, también se afectan los rendimientos.

Cuando no se dispone de riego, se ha observado que los mejores rendimientos se obtienen cuando la precipitación ha estado cercana a los 400 mm bien distribuídos. La distribución que podría acercarse a las demandas de agua de los fríjoles arbustivos de período vegetativo de 90 días aproximadamente puede ser:

De siembra a floración (30 días)	120 mm
Durante la floración (15 días)	60 mm
Duante la formación de frutos (20 días)	140 mm
De llenado a maduración (10 días)	80 mm
	400 mm

Para lotes en que puede suplementarse con agua de riego, conviene tener un registro de las aguas lluvias (pluviógrafo o pluviómetro) y tener en cuenta las cifras de exigencias de agua del cultivo, para programar los riegos.

En casi todas las zonas de producción de fríjol en cultivo mecanizado, los semestres secos son muy frecuentes y en general afectan los rendimientos en forma considerable cuando las lluvias no son suficientes.

Cuando se hacen riegos con equipos de rociadores, no es difícil determinar la cantidad de agua que se está aplicando por hora, colocando recipientes de diámetro de entrada reconocido, en caso de que los manuales de fabricante no lo indiquen. Si el riego es corrido en un suelo de permeabilidad aceptable (franco, franco-arcillosos) y pendiente suave (0.5% o menores) se puede estimar en 60 mm aproximadamente la cantidad aplicada.

10.1. Sistemas de Riego.

- Riego por aspersión: Normalmente este tipo de riego es recomendado para la germinación, porque en el riego por gravedad normalmente es muy difícil mantener el agua sin hacer compactación. Las fallas de este tipo de riego

son: altas pérdidas por evaporación y su distribución muy inconsistente ya que depende del viento. Este riego en CIAT-Palmira sólo se emplea en casos especiales. Su uso es permanente en la subestación de Quilichao.

- Riego por gravedad: El riego por gravedad a través de los surcos es común en la granja experimental del CIAT. Para este riego se recomienda preferir varios riegos con pequeñas cantidades de agua que un riego con mucha cantidad de agua debido a que el daño por este tipo de riego es desastroso. Una inundación de más de tres horas dañará un cultivo de frijol y bajaría el rendimiento más del 30%. Si hay inundación hay que desaguar inmediatamente. Exceso de agua induce volcamiento de la planta.

10.2. Época Crítica para Riego.

La planta de frijol necesita agua en la época de 10 días antes de floración y durante el llenado de vainas, o sea 10 días después de floración, (Kriegbom 1955).

Frohlich et al (1971) obtuvo un aumento de rendimiento de 50 kg/ha por cada mm de agua que se aplicó antes de la floración.

11. ROTACIONES

Las siembras continuas de frijol en el mismo lote son perjudiciales porque además de originar desequilibrios en los nutrientes del suelo, favorecen la multiplicación de organismos nocivos al cultivo por lo cual pueden presentarse ataques severos de plagas y enfermedades.

Las rotaciones más indicadas para el frijol son las que se hacen con gramínea tales como maíz, sorgo, arroz, trigo, cebada, y pastos; otras rotaciones que pueden hacerse son: algodón, tomate, tabaco y papa. En los planes de rotación debe tenerse en cuenta que en el Valle, el segundo semestre es el más favorable a los rendimientos del frijol para consumo interno

(nacional) (D. Níma, D. Calima, ICA-Guali).

12. PRACTICAS CULTURALES DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL

Mantener el cultivo sano y en buen desarrollo durante todo el tiempo de la cosecha es muy importante debido a que la planta de fríjol es muy susceptible a toda clase de enfermedades e insectos. Visitas cortas diarias al campo son recomendables para evitar problemas antes de que avance su desarrollo. Detectar ataques de enfermedades o insectos en estado temprano ayuda a controlar su desarrollo, y disminuir el daño.

12.1. Malezas.

Como otros cultivos el fríjol es muy susceptible a la competencia de malas hierbas por luz, agua y nutrientes. El fríjol como un cultivo anual tiene su época crítica de cualquier competencia durante la primera semana después de la siembra (Kasassian et al 1965, Williams et al 1973 y Vieira 1970).

Si el campo está totalmente enmalezado se producen mermas en rendimiento hasta del 80% según encontró Williams en 1973.

Si las malas hierbas están alrededor del lote del ensayo se puede bajar la población de Lorito verde (*Empoasca kraemeri*). (Altieri et al 1977). Pero no debe olvidarse que muchas hierbas propagan muchos insectos dañinos y virus. Por ejemplo la verdolaga propaga minador. La soya, mosca blanca y virus.

Malezas de la familia de las Malvaceae: *Sida acuta* Burm. f. y *Sida rhombifolia* L. también sirven como huéspedes de virus.

Como las condiciones y grados de infectación de malezas varían de una zona a otra y aún de un lote a otro dentro de una misma finca, conviene establecer en dónde es indispensable y económico el uso de herbicidas para la siembra de fríjol.

1. En algunas regiones productoras de fríjol la temporada de lluvias se prolonga en las primeras semanas después de la siembra, no permitiendo ninguna labor mecánica ni manual dentro del lote; en estas condiciones el uso de matamalezas es indispensable.
2. Donde la mano de obra es escasa o puede representar costos elevados; por lo cual no es posible efectuar desyerbas en los surcos.
3. Lotes altamente infestados con malezas tales como coquito, bledo, batatilla, paja mona o de características parecidas y que por su gran capacidad de crecimiento puede invadir rápidamente antes de que el fríjol complete siquiera la germinación.
4. Zonas en donde la maquinaria agrícola es escasa y las labores que ellas efectúan son muy caras.

12.1.1 Control de malezas: Hay tres métodos para controlar malezas en el campo.

12.1.2. Prácticas culturales: Uno de los métodos para controlar la competencia de malezas es lograr una alta población de plantas de crecimiento vigoroso. En suelos marginales en donde el crecimiento de las plantas no es tan vigoroso, es recomendable una alta densidad la cual se logra reduciendo las distancias entre surcos.

Otra buena práctica cultural en el control de malezas es la rotación de cultivos porque si no se rota, es decir que se siembran dos cosechas seguidas de fríjol, la competencia de malezas agresivas va a ser más fuerte.

12.1.3. Deshierba mecánica: Esta labor se realiza con implementos especialmente adaptados al tractor o con herramientas de mano. Este trabajo tiene como efecto cortar y sacar las malezas del cultivo. El control de malezas es lo mejor si el costo de mano de obra no supera los límites.

La deshierba mecánica también rompe los capilares del suelo dando como resultado reducir la evaporación; las malezas una vez cortadas se pueden

incorporar y servir de compost.

12.1.4. Control químico de malezas: El método químico es un método muy común en los cultivos cerrados; por ejemplo en trigo o arroz en donde se hace imposible por falta de espacio otro tipo de control.

La tecnología moderna en los últimos años ha desarrollado otros productos químicos (herbicidas) muy efectivos para el control de malezas.

Estos herbicidas son efectivos en su control. Esto quiere decir que unos controlan malezas de hoja ancha y otros controlan gramíneas.

La mezcla de estos productos resulta muy efectiva por las siguientes ventajas:

- Se logra un buen efecto.
- La dosis de cada uno de los herbicidas que forman la mezcla se puede reducir hasta la mitad por su efecto de sinergismo.
- El uso de mezcla de herbicida reduce los costos.

La eficiencia de los herbicidas depende de varios factores, tales como condiciones del suelo, efectos de temperatura, disponibilidad de agua y dosis de aplicación.

En el cultivo de fríjol se puede notar efectos de residualidad de herbicidas. Por ejemplo el efecto residual de las atrazinas causa anomalías en el fríjol. Experiencias vividas en 1982A y 1982B en CIAT-Palmira mostraron que la mezcla AFALON (LINURON) + DUAL (METOLACLOR) puede causar toxicidad si el suelo tiene problemas de sales y/o humedad alta por encima de su capacidad de campo.

13. ESTADO FITOSANITARIO

En el fríjol son frecuentes los perjuicios que causan hongos, bacterias y virus. Estos organismos originan enfermedades que se manifiestan por manchas, decoloraciones, pústulas, deformaciones y pudriciones en hojas tallos,

vainas, granos y raíces. Los grados en que ellos se presentan pueden ser variables en cuanto a intensidad dependiendo de las condiciones ambientales predominantes y la reacción que al patógeno o patógenos exhiba la variedad usada, principalmente; desde luego, pueden influir también, condiciones tales como fertilidad inadecuada del suelo, condiciones adversas al desarrollo normal de las plantas y el mal manejo del cultivo (ausencia de drenajes, monocultivo, exceso de malezas, rotaciones mal previstas, etc.).

En Colombia se han registrado la mayoría de los organismos que causan enfermedades al fríjol, pero no todas ellas tienen importancia económica actual y la diversidad de ambientes en que el fríjol se siembra, hace que ellas sean distintas de una región a otra, pudiéndose asimilar a grupos climáticos, aunque también pueden presentarse diferencias aún de un semestre a otro dentro de una misma región.

La investigación en el control de las enfermedades por medios genéticos, ha alcanzado grandes resultados en nuestra medio con la obtención de variedades mejoradas que poseen grados de resistencia a la mayoría de las enfermedades comunes, dentro del medio para la cual se recomienda cada una de ellas. Sin embargo, debe anotarse que para algunas de ellas no se conocen grados de resistencia confiables y que los patógenos tienen gran habilidad para lograr formas capaces de producir parasitismos (razas).

Las enfermedades de mayor incidencia en las condiciones del Valle del Cauca y similares, son: Roya (*Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth.), Bacteriosis común (*Xanthomonas phaseoli* E. F. Smith), Mosaico común (Virus 1 del fríjol), Mancha angular (*Isariopsis-griseola* Sacc.), Mancha del Cercospora. (*Cercospora canescens* Ell. Mart.), Rhizoctoniosis (*Rhizoctonia solani* Kuhn), Esclerotoniosis (*Sclerotium rolfsii* (Cruzi) West Fusariosis (*Fusarium solani* y *F. oxysporum*). Pudrición oscura (*Macrophomina phaseolorum*).

En los climas medios, son: Roya, Mancha angular, Rhiscotoniosis,

Fusariosis, Mancha gris (*Cercospora vanderistyi*), Mancha Harinosa (*Ramularia phaseolorum* Sacc.), Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. y Magn.) Br. y Cav.) Oidium (*Erysiphe polygoni* DC.), Mancha del ascoquita (*Ascochyta phaseolorum* Sacc.).

En las regiones frías, principalmente: Esclerotiniosis (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) Dby.), Antracnosis, Roya, Marchitamiento en corona (*Pseudomonas phaseolica* (Burk.) Dow), Bacteriosis común, Mancha angular.

En forma resumida se mencionan a continuación algunos aspectos de las principales enfermedades.

Rhizoctoniosis: Es una pudrición de la raíz causada por *Rhizoctonia solani* Kunh. Este hongo es un habitante frecuente del suelo y un patógeno cosmopolita que causa muchas pudriciones radiculares en plantas de diversos grupos taxonómicos. En plántulas, las enfermedades de tipo Damping-off; las lesiones, generalmente de color café rojizo, se extienden a lo largo y producen parches hundidos que sobresalen del nivel del suelo y alcanzan el tallo. Si las plantas son jóvenes y suculentas, mueren muy poco después de la infección; si hay lignificación en tejidos de raíz, cuello y tallo, la producción se disminuye, aunque las plantas muestren pocos indicios de estar enfermas. Este hongo se ha aislado de las semillas, por lo cual se considera aconsejable evitar el uso de semillas procedentes de cultivos infectados.

Esclerotiniosis: Producida por *Sclerotium rolfsii* (Curzi) West. Los primeros síntomas se incian mostrando ligero amarillamiento de las hojas y manchas húmedas, oscuras en la corteza, del tallo a la altura del nivel del suelo. A medida que la infección avanza, las hojas inferiores se secan y caen y la corteza se ve invadida de micelio de color blanco que emerge del nivel del suelo en forma de abanico que pronto es intercalado con esclerosis. Entre las pudriciones radiculares ésta es la que con mayor frecuencia causa reducciones en las poblaciones de los cultivos comerciales del Valle del

Cauca y se ve favorecida por épocas de mala distribución de aguas lluvias.

Fusariosis: Causada por *Fusarium solani*; sus primeros síntomas son: coloraciones ligeramente rojizas de la raíz principal avanzando gradualmente hasta llegar casi a la superficie del suelo. Las raíces secundarias se desprenden y es muy frecuente que la formación de los granos sea imperfecta y en muchos casos se presentan vaneamientos casi totales. El hongo es capaz de sobrevivir en los desechos de cosechas anteriores por ser saprófito y sus conidios pueden ser fácilmente transportados en la cutícula de la semilla.

Mancha Angular: Es causada por *Isariopsis griseola* Sacc. origina lesiones en el follaje principalmente, aunque también infecta tallos, vainas y aún granos. Las lesiones en la hoja son de color pardo y la delimitación por parte de la nervadura le da forma angular.

La distribución del patógeno la hace el viento, las lluvias, las máquinas y hombres; se ha comprobado parcialmente, la transmisión por la semilla.

Es posible que el control químico con productos tales como caldo Bordelés (4-4-50) y otros fungistáticos, sea efectivo, pero dada la frecuencia con que éstos deben ser aplicados, su uso es antieconómico, por lo cual es necesario el uso de variedades resistentes.

Marchitamiento Bacterial: Es causado por *Xanthomonas phaseoli* (E.F. Smith) Dow); esta enfermedad es transmisible por la semilla y por lo tanto las plántulas están expuestas a infección poco después de definirse la germinación. La enfermedad es fácilmente diseminada, contribuyendo eficazmente en este empeño los insectos (chupadores, masticadores, perforadores, etc.). Las máquinas al efectuar labores, las ropas y herramientas de los obreros, el agua de riego, etc.

En el control se han probado con éxito muy reducido, antibióticos y

bacteristáticos de uso general. Otras experiencias indican que aplicaciones de algunos productos a base de cobre, antes de que se presenten síntomas, evitan los ataques severos.

Roya: Producida por *Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth. Es una enfermedad que ataca hojas, vainas y algunas veces tallos tiernos. Aunque la infección inicial se presenta en ambas caras de la hoja, los síntomas aparecen primero en el envés. La primera evidencia son manchas diminutas, casi blancas y ligeramente levantadas. Estas manchas después de 8 días de crecimiento rompen la epidermis y exponen los uredos o cuerpos fructíferos para expulsar las esporas que originaron nuevas lesiones.

Algunas malezas comunes parecen ser las responsables de la supervivencia del patógeno entre un semestre y otro, en nuestro medio, haciendo el papel de nodrizas y originando el inóculo primario. El aumento de inóculo ocurre dentro del mismo cultivo por la acción de insectos, máquinas, obreros, vientos, etc. y de un cultivo a otro; éste último es el principal responsable.

El uso de azufre mojable en control químico, alcanza a hacer buen efecto, especialmente cuando se le utiliza en tratamiento preventivo y en algunos casos se ha observado que alcanza a destruir las pústulas presentes. También ha dado resultados efectivos de control el Dithane M45, el Manzate D y el Plant-Vax.

Oidio o Ceniza: Enfermedad causada por el hongo *Erysiphe polygoni* D.C., cuya forma imperfecta es el *Oidium balsamii* Mart. y que origina síntomas semejantes en otras especies de cultivos tales como arveja, caupí, soya, tomate, y otros. La enfermedad ataca todos los órganos aéreos de la planta, pero es particularmente notable en la cara superior de las hojas en donde el hongo muestra un crecimiento blanquecino y polvoroso que se inicia por manchas aisladas, más o menos circulares, las que después se extienden y unen cubrien-

do toda la superficie foliar; en ataques avanzados se presenta defoliación y muerte de la planta. Las vainas afectadas se quedan pequeñas y retorcidas.

Para el control es efectivo el azufre en las formas mojables y en dosis de 2 a 4 kilos por hectárea de acuerdo a la recomendación específica de la forma comercial y dependiendo de la edad del cultivo.

Mosaico: Causado por un virus, los síntomas van desde moteados típicos hasta enanificación y deformación de las hojas variando con la edad, la reacción a la enfermedad y las condiciones de crecimiento del cultivo. Las altas temperaturas favorecen la expresión de los síntomas y una baja temperatura tiende a enmascararlos. Las vainas generalmente son de menor tamaño y los granos malformados, arrugados y pequeños.

Se transmite por semilla; también son responsables de la distribución de la enfermedad los insectos chupadores (*Empoasca*, *Aphis*, *Pseudococcus*, etc.).

Como medidas de control pueden considerarse: uso de variedades resistentes, uso de semilla libre del patógeno eliminación de todas las plantas que exhiben síntomas dentro del cultivo.

Mancha del Cercospora: Causado por *Cercospora canescens* Ell. y Mart., se ha considerado una enfermedad endémica en el Valle del Cauca y la importancia de su ataque varía de acuerdo con las condiciones ambientales reinantes en el semestre. Períodos húmedos más o menos prolongados seguidos de otros secos y calientes, favorecen el desarrollo de la enfermedad. Las lesiones tienen forma y tamaño variables, color café con centro gris y bordes rojizos.

Esclerotiniosis: Es producida por *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) Dby.

Esta enfermedad parece endémica en la Sabana de Bogotá y frecuentemente origina pudriciones de plantas en el estado de plántulas principalmente. Es especialmente favorecida por elevada humedad, por lo cual es conveniente

cualquier método que reduzca la cantidad de agua en la superficie del suelo. La limpieza del cultivo también tiende a reducir las posibilidades de progreso de esta enfermedad.

Antracnosis: Esta enfermedad es transmisible por semillas y ocasiona severos daños en los cultivos de frijol de los climas medio y frío. La infección puede ocurrir en cualquier parte aérea de la planta y en cualquier etapa de desarrollo, pero alcanza los mayores daños en las vainas, en la etapa de formación de granos. Las lesiones localizadas hacia el centro de ellas de colores salmón o rosado. En los tallos las lesiones pueden ser severas ocasionando roturas y caída de las plantas.

Debido a la severidad de la enfermedad, debe tenerse en consideración todos los medios de prevención posibles tales como variedades resistentes, uso de semillas libres de la enfermedad, rotación de cultivos y evitar labores cuando las plantas están húmedas.

14. PLAGAS

Las plagas del frijol son diversas y las especies predominantes en una zona generalmente son diferentes en otras o variables en cuanto a importancia económica y los daños que ellas puedan provocar.

En las regiones cálidas y templadas de Colombia se presentan causando perjuicios de importancia variable y agrupados por el tipo de daño.

a) Trozadores de Plántulas:

Agrotis ypsilon (Rott.)

Spodoptera frugiperda Smith

Prodenia ornitogalli Guen.

Feltia subterranea F.

b) Masticadores del Follaje:

Ceratoma ruficornis Germ.

Diabrotica speciosa Oliv.

Epitrix spp.

Urbanus proteus L.

Estigmente acrea Drury

Autographa sp. Cramer

Thrichoplusia sp.

Anticarsia gemnata Hubner

Platinota sp.

c) Chupadores del Follaje:

Empoasca kraemeri R y M

Aphis spp.

Sericothrips sp.

Nezara viridula L.

d) Perforadores de las Vainas:

Heliothis zea Bod

Heliothis virescens

Ephestia cautella Walk

e) Minadores de la Hoja:

Agromyza sp.

Liriomyza munda Frick

f) Granos Almacenados:

Zabrotes subfasciatus Bob

Acanthoscelides spp.

Callosobruchus maculatus F.

En los cultivos de tierra fría, los problemas de plagas son menores, pero en algunos casos pueden presentarse daños por el *Tostón* y esporádica-

mente alguna de las plagas mencionadas anteriormente.

Entre los factores de mayor importancia en la prevención de infestaciones de plagas, debe considerarse como principal la limpieza de malezas tanto del cultivo como de sus alrededores.

Para lograr oportunidad en las aplicaciones de insecticidas y estar seguros de su justificación en términos económicos es necesaria la revisión periódica del cultivo y establecer qué especies y en qué estados se hallan presentes y con esa base seleccionar las formulaciones adecuadas. En fríjol generalmente se hacen aplicaciones para controlar más de una plaga presente y por ello se debe tratar de seleccionar formulaciones con amplio rango de control, buscando con ello resultados positivos y economía.

Las fórmulas que se dan a continuación, dan buenos resultados en el combate de plagas del fríjol y acompañando a cada una de ellas se mencionan las plagas en las cuáles alcanza su mayor efecto. El cálculo de volumen se hizo para equipos de aspersion terrestre.

11. Endrín al 19 1/27%, 1 1/4 litros en 100 galones de agua para una hectárea. Control efectivo de *Empoasca kraemerii* R. y M., cucarroncitos comedores de follaje (*Ceratoma* sp. y *Diabrotica* sp.) y algunas larvas de lepidópteros (*Prodenia* spp. y *Thrichoplusia* sp, principalmente).
2. Toxopheno 60% E. 3 1/2 litros en 100 galones de agua para hectárea. Para control de trozadores principalmente (*Agrotis ypsilon*, *Spodoptera frugiperda*, etc.).
3. Sevin 85 P.M. 1 1/2 kilogramos en 100 galones para una hectárea. Controla estados larvarios de Lepidóptera y también el *Empoasca*.
4. Dipterex 80 SP, 800 a 1.000 gramos en 100 galones por hectárea. Acción semejante al anterior, con más espectacularidad pero menor poder residual.
5. Ekatin, Metasitox, Parathión, Roxión o Dimecrón, para control de pulgones y *Empoasca* en la dosis que indique la casa fabricante.

6. EPN (1 1/2 litros/ha.), Metafen más Metyl Parathión; un galón de uno, cualquiera de los dos primeros, y 800 cc del segundo en 100 galones de agua para una hectárea. Esta fórmula se recomienda para control de *Heliothis virescens*. En algunos casos, dependiendo del estado del daño y de la larva, conviene reemplazar el Metyl Parathión por Dicloro-vinil-fosfato (DDVP) en proporción de 0.2% en la solución que se asperja.
7. Para mantenimiento de granos almacenados:
 - a) 120 gramos de una mezcla de -0.85% de butóxido Piperonilo con 0.05% de Piretrinas, por cada bulto de 62.5 kilos de fríjol. Nombre comercial "Pirenone".
 - b) 60 gramos de Malathión de 0.8% por bulto de 62.5 kilogramos.
 - c) Asperción de Malathión en solución del 1%, con una boquilla rociadora fina, en el momento de hacer la empacada del grano.

15. DEFICIENCIA Y TOXICIDAD

La deficiencia y la toxicidad se pueden detectar observando la parte área especialmente las hojas, aunque a veces es necesario arrancar la planta por las raíces y poder así identificar las causas de la anomalía. Es necesario tener un buen conocimiento de la planta de fríjol antes de identificar la deficiencia o la toxicidad.

Es necesario tener muy en cuenta la movilidad de los elementos nutrientes en la planta y la posición de las hojas afectadas, porque esto puede servir para ayudar a identificar la deficiencia.

En general hay tres grupos de elementos nutrientes. Según su movilidad en la planta:

15.1. Elementos Nutrientes Inmóviles.

Son por ejemplo Calcio y Boro. Estos elementos salen de la cadena de los procesos metabólicos en forma irreversible y se incorporan como un compues-

to o como pectinas del material lignificado.

Los síntomas de deficiencias se manifiestan en las hojas de la parte superior.

Las deficiencias de Boro ocurren generalmente en fríjol siendo más o menos tolerantes los de semillas de color negro y los rojos.

15.2. Elementos móviles en las Plantas.

Potasio. El potasio siempre se encuentra en el jugo celular, y nunca entra a ser parte esencial del compuesto. Los síntomas aparecen muy marcados en las hojas viejas y un poco en las nuevas. Esto indica la movilidad de los elementos en la planta, cuando se trasloca el elemento de hojas viejas a nuevas.

15.3. Elementos que Empiezan como Grupo Móvil y Después como Inmóvil.

Por ejemplo N.P.S. Estos elementos están muy relacionados con el proceso metabólico y se usan como materia básica tal como N para proteína, P para ácido nucleico y S para sisteina. Si el proceso se conserva como materia almacenada. Estos elementos que aún se fijan como constituyentes de la célula todavía se pueden traslocar a la parte superior.

Los síntomas aparecen casi igual en las hojas viejas y en las nuevas. De vez en cuando hay diferencia de severidad en las hojas nuevas y en las viejas pero esta diferencia no es tan marcada como en los elementos inmóviles.

Síntomas de las deficiencias de los elementos mayores y menores que se presentan regularmente en el cultivo del fríjol.

Deficiencia de N: Ocurre comúnmente en suelos arenosos y en suelos muy ácidos.

Síntomas: Color de hojas: verde pálido, en ocasiones amarillo uniforme.

Plantas en general: Poco desarrollo y bajo rendimiento. Deficiencia en contenido de N en hojas en época inicial de floración <3-5%.

Importancia: Es componente básico de las proteínas, de la clorofila, de enzimas, hormonas y vitaminas.

Deficiencia de fósforo: Ocurre en casi toda la zona de producción de fríjol en América Latina en suelos con pH bajo por ejemplo: oxisol, ultisol y andosol.

Síntomas: Color de las hojas: las hojas bajas pueden ser amarillas con bordes necróticos. Plantas en general: Pequeñas, poca ramificación. Deficiencia en contenido de P en hojas: <0.2-0.4%

Importancia: Es componente de las nucleoproteínas, ácidos nucleicos (DNA, RNA), fosfolípidos, azúcares fosfatados y todas las enzimas involucradas en el transporte de energía.

- P participa en todos los procesos de fosforilación, fotosíntesis, respiración síntesis y descomposición de carbohidratos, proteínas y grasas y afecta el crecimiento radicular, el proceso de floración y la maduración de las frutas.

Deficiencia de K: Ocurre en suelos ácidos y en suelos muy infértiles. No ocurre en las cordilleras andinas y en suelos volcánicos que en general tienen alto contenido de K.

Síntomas: Color de las hojas: Amarillento y necrosis de la punta y de los bordes de las hojas, comenzando en la parte inferior de la planta y subiendo hacia la parte superior.

- La planta en general: No es tan pequeña como la planta con deficiencia de N o P. Tiene color verde oscuro.

- Deficiencia en el contenido de K en las hojas <2%.

Importancia: No es componente básico en las proteínas ni en los carbohidratos, pero sí está involucrado en su metabolismo, en la economía hídrica y en algunos otros procesos fisiológicos de la planta.

Deficiencia de Calcio: Ocurre no comúnmente pero en suelos ácidos con alta

toxicidad al Al y Mn. Sus síntomas se pueden confundir fácilmente con toxicidad al Al y Mn. El fríjol necesita alto Ca para su buen desarrollo.

Síntomas: Color de las hojas: un poco amarillo uniforme en el ápice y borde. Las hojas presentan enroscamiento y su sistema radical es muy pobre.

Planta en general: Pequeña. Deficiencia del contenido de Ca en las hojas < 2%.

Importancia: Material para formación de hojas, vainas y tallos.

Deficiencia de Magnesio: Ocurre en suelos ácidos de baja saturación de bases (oxisoles y ultisoles) y en suelos volcánicos con alto K y Ca pero bajo Mg.

Síntomas: Color de las hojas: Las hojas inferiores de las plantas tienen una clorosis intervenal. En estado avanzado toda la hoja toma el color amarillo uniforme con manchas necróticas. Planta en general: casi normal. Deficiencia de contenido de Mg en las Hojas: < 0.22-0.30%.

Importancia: Componente esencial de la clorofila. Involucrado en los procesos hídricos de la planta.

Toxicidad de Al. Ocurre en suelos ácidos con baja saturación de bases y está muy relacionado con la deficiencia de Ca y Mg. También en suelos volcánicos como en Popayán, Colombia.

Síntomas: El fríjol es muy susceptible a la toxicidad al Al y Mn, color de hojas: Amarillo con necrosis que empieza en el borde de la hoja pero que pronto afecta toda la hoja.

Las plantas en General: Tienen poco crecimiento. Sistema Radicular: La raíz principal no presenta buen desarrollo.

Toxicidad: La toxicidad de ciertos elementos ocurre en suelos marginales de producción. En fríjol por ejemplo, en suelos ácidos con pH menos de 5, se encontrará mucha toxicidad por Al y/o Mn.

En suelos con pH mayor de 7.8 se presenta toxicidad por Na. Cuando se trata de corregir una deficiencia de B mediante la aplicación de Borax, y no se hace una buena distribución de éste, se obtiene toxicidad por Boro.

Los síntomas de esta toxicidad se manifiestan con quemazón en la parte meristemática de las hojas. En la toxicidad por Al la planta presenta mal desarrollo especialmente la raíz principal y el sistema radicular en general (Foy et al 1978).

La toxicidad de Mn se manifiesta en la parte aérea de la planta y los síntomas son tan marcados como la toxicidad por Al.

Toxicidad de Mn: Ocurre como Al.

Síntomas: Color de las hojas: Clorosis intervenal en las hojas nuevas. Si es muy grave hay una deformación y encrespamiento de las hojas del cogollo.

Contenido de Mn en hojas: > 1000 ppm.

Deficiencia de Azufre: Ocurre no muy comúnmente pero sí en suelo muy pobre como los Llanos Orientales y Campo Central del Brasil.

Síntomas: El color de las hojas es amarillo uniforme en hojas cogolleras.

Importancia: Azufre es componente esencial de varios aminoácidos y por esto es importante para la síntesis de las proteínas.

16. COSECHA

El fríjol antes de iniciar su secado o en estado de sazón, tiene gran demanda para consumo humano en el mercado colombiano. Los mayoristas lo mercadean en vaina y por bultos y los minoristas lo detallan desgranado y en una medida volumétrica que aproximadamente corresponde a una libra de peso. Algunas variedades se mercadean como vainita verde (habichuela) si ellas tienen la característica de ausencia de fibra o muy poca, condición que la hace tierna, quebradiza y de fácil cocción. Desde luego estas dos formas

tienen la dificultad de almacenamiento, como artículo perecedero, por lo cual debe pensarse muy bien la demanda en los centros de consumo antes de recolectar, o negociar en pie con los mayoristas.

En general la recolección del fríjol se hace manualmente, en cualquiera de los sistemas de producción y para cualquiera de los tipos de crecimiento.

Las variedades volubles se recogen desprendiendo cada vaina y se dejan al sol para secado y generalmente se alcanzan a efectuar 2 ó 3 pases de cosecha. Para desgranarlas corrientemente se efectúa una labor de mano golpeando las vainas dentro de un saco, con un pedazo de madera ventiendo luego para presentar el grano libre de pajas, pedazos de vaina y semillas que no alcanzan formación, con pasada de zarandas. Este método es muy utilizado en los cultivos tradicionales de asocio con maíz en las áreas de clima medio y frío de Colombia.

En cultivos de variedades de arbolito (arbustivos) o semivolubles la recolección debe hacerse tan pronto las plantas están completamente secas. Cuando se procede así, el desgrane se facilita hacerlo por medios mecánicos y los granos secos permiten un almacenamiento en mejores condiciones que no favorecen la presencia de plagas o enfermedades. Al cosechar, se arrancan las plantas a mano y se sacuden para eliminar el suelo de las raíces, que al formar terrones dificulta la limpieza; las plantas arrancadas se amontonan en chorras o hileras, si la máquina es propulsada y en pocos sitios si es estacionaria. Hay varios tipos de desgrandoras que pueden usarse en el desgrane del fríjol las cuales dan rendimientos variables dependiendo de la carga de fríjol, la forma cómo se han organizado las chorras y la eficiencia de los operarios. De la graduación de la máquina, velocidad del cilindro, ajustes de relaciones, distancias de angulares y del ventilador y el tipo de zarandas colocadas, va a depender la presentación del producto.

En el manejo de ensayos de rendimiento la parte más importante del

trabajo de campo es la última labor la cual corresponde a la cosecha. Esta se debe planificar con anticipación y comprende la preparación y organización de tiquetes, bolsas de papel, empaques, etc.

Posteriormente se distribuyen los empaques y las bolsas en el campo, teniendo el cuidado de que a cada parcela le corresponda su respectiva bolsa numerada.

Una vez cosechado se puede trillar en el campo si las condiciones lo permiten, si no se puede cosechar y posteriormente someterlo a secado al horno con aire caliente.

Para efectos de datos sobre peso y humedad se utilizan instrumentos tales como balanzas e higrómetros, los cuales deben ser calibrados previamente y no cambiarse de instrumentos durante el proceso de toma de datos, pues esto traería como consecuencia error por instrumentos. Los datos finales se estandarizan al 14% de humedad.

17. ALMACENAMIENTO DE FRIJOLES EN LA FINCA

El agricultor puede preservar sus cosechas del ataque de los gorgojos y almacenar el fríjol en una bodega por un tiempo prudencial que le permita esperar mejores precios. El Programa Nacional de Entomología del ICA ha elaborado una serie de recomendaciones que hacen posible el almacenamiento de fríjol para consumo, sin peligro para la salud humana y sin que el fríjol sufra modificaciones de sabor u olor que limiten su aceptación en el mercado.

Las recomendaciones pueden resumirse en los siguientes puntos:

Colombia Ministerio de Agricultura. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (C.N.I.A.) 1958 Almacenamiento de los fríjoles en la Finca. Bogotá, eh. (hoja inf. No. 1.).

1. Limpiar cuidadosamente la bodega y el equipo antes de la cosecha.
2. Quemar todas las basuras o retirarlas a la mayor distancia posible.

3. Rocíar toda la bodega y el equipo para cosecha y desgrane con una solución de cualquiera de las siguientes fórmulas:

- a) 10 cms cúbicos de Malatión Grado Premio, del 50% emulsionable, disuelto en un litro de agua.
- b) 10 cms cúbicos de mezcla de 50% de butóxido de piperonilo con 5% de piretrinas, disueltos en un litro de agua.

Otras concentraciones se encuentran en el comercio y se deben usar de acuerdo con las instrucciones de la fábrica. Estas mezclas se conocen en el comercio con el nombre de "Pyrenone". Para aplicar el insecticida se usa un asperjador de mano o una máquina asperjadora pequeña de motor. El insecticida debe cubrir todas las paredes de la bodega y penetrar en todos los huecos, donde los gorgojos pueden esconderse.

4. Cosechar los fríjoles tan pronto como sea posible. Desgranarlos y limpiarlos de basuras y de granos dañados. Exponerlos al sol, en un lugar limpio, para que queden bien secos.

5. Tratar los fríjoles que se van a almacenar por más de dos o tres meses con una de las siguientes fórmulas:

- a) 120 gms de una mezcla de 0.85% de butóxido de piperonilo con 0.05% de piretrinas, por cada bulto de 62.5 kilos de fríjol.
- b) 60 gms de una mezcla de 1.7% de butóxido de piperonilo con 0.1% de piretrinas, por cada bulto.

Las dos mezclas anteriores se encuentran en el comercio con los nombres de "Pirenone" y "Pirenona".

- c) 60 gms de Malatión de 0.8%, grado premio, por bulto.

El polvo se puede aplicar así:

- a) Con una espolvoreadora de mano al tiempo de llenar los costales.
- b) Poniendo los fríjoles y el polvo en un tambor que se hace girar hasta que

el insecticida haya cubierto uniformemente los granos.

6. Limpiar los frijoles tratados con el polvo insecticida, antes de darlos al consumo. Se pueden limpiar pasándolos por un elevador de granos, bajo un chorro de agua, o sumergiéndolos en agua rápidamente.

Para el tratamiento del grano que se va a usar exclusivamente como semilla, se puede emplear SEVIN del 10%, en la proporción de un gramo por kilogramo de semilla.

APROXIMACION DE NIVELES DE NUTRIENTES EN EL SUELO PARA FRIJOL

ANALISIS	METODO	NIVEL CRITICO FRIJOL
pH	Suelo/agua= 1:1	5 y 8.1
Al	KCl 1N	1 m/100 g
Sat. Al	Al/Al+Ca+Mg+K+Na	10%
P	Bray I	11 ppm
	Bray II	15 ppm
	Olsen EDTA	14 ppm
K	Carolina Norte	13 ppm
	Acetato de Amonio 1N	0.15 me/100 g
Ca	Carolina Norte	50 ppm
	Acetato de Amonio 1N	4.5 me/100 g
Conductividad	Extracto saturación	0.8 mmhos/cm
Sat. Na	Acetato de amonio 1N	4%
B	Agua Caliente	0.4-0.6 ppm
Zn	Carolina Norte	0.8 ppm
Mn	Carolina Norte	5-9 ppm
Mg	Acetato de Amonio 114	2.0 me/100 g

20. BIBLIOGRAFIA

1. AGNEW, G.W.J. (1959). French bean variety and spacing trial. Queensland Journal of Agricultural Science 16: 283-290.
2. ALMEIDA, L.D. et al (1975). Efeito da incorporação de massa vegetal, da adubação e do espaçamento, na produção do feijoeiro. Bragantia 34: LXIII-XLVII.
3. AMARAL, F.A.L. Do et al (1971). Nota sobre o modo de localização de fertilizantes na cultura de feijão. Revista Ceres (Brasil) 18 (100): 502-507.
4. APPADURAL, R.R., RAJAKARUNA, S.B. and GUNASENA, H. (1967). Effect of spacing and Leaf area on pod yield of Kidney-bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Indian Journal of Agricultural Science 37 (1): 22-26.
5. BAINS, K.S. (1967). Effect of applied nutrients on soil fertility, chemical composition, and yield of field beans. Indian J. of Agronomy 12(2): 200-206.
6. BRAGA, J.M. (1969). Comparação entre fosfatos aplicados ao feijoeiro. I. trabalhos em casa de vegetação. Revista Ceres (Brazil) 16 (881:8-101).
7. BROUWER H.M., STEVEN, G.R. and FLETCHER, J.G. (1976). Zinc foliar sprays increase yield of navy beans. Queensland Agricultural Journal 101 (6): 705-707.
8. BULISANI, G.A., ALMEIDA, L.D. de and DEMATTE J.D. (1973). Observações preliminares sobre a adubação foliar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). I. Bragantia 32: XIII-XVIII, and Bragantia 32: XXVII-XXXI.
9. CARVALHO, B.C.L. DE and VIEIRA, C. (1972). Ensaíos sobre espaçamento de plantio de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), nas regiões de Irecê e Tucano, Estado da Bahia. (Evaluation of sowing distances for beans in the state of Bahia). Revista Ceres 19 (105): 358-366.
10. CHAGAS, J.M. and VIEIRA, C. (1975). Efeitos de intervalos de plantio e de níveis de adubação o rendimento e seus componentes, em algumas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Revista Ceres 22 (122): 244-263.
11. CORREA, R.T. and STEPHENS, T.S. (1960). The effect of row spacing on green bean varieties. J. of the Rio Grande Valley Horticultural Soc. 14: 140-148.
12. DREIBRODT, L. (1952). Gefaessversuch ueber den Einfluss der Wasser versorgung auf den Ertrag Bei Buschbohnen. Z. Acker-U. Pflbau, 95: 353-359.
13. EL NADI, A.H. (1975). Water relations of beans III. Pod and seed yield of haricot beans under different irrigation in Sudan. Experimental Agriculture 11 (2): 155-158.

14. ENYI, B.A.C. (1975). Effect of plant population on grain yield, production and distribution of dry matter in beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Ghana Journal of Science 15(2): 159-169.
15. FIGUEIREDO M. DE S. and VIEIRA, C. (1968). Debaste na culture do feijoeiro comun. Revista Ceres 15 (83): 40-43.
16. FLEMING, J.W. (1956). Factors influencing the mineral content of snap beans, cabbage and sweet potatoes. Fayetteville, Arkansas, Agricultural Exp. Sta. Bull #575.
17. FORSYTHE, W.M. and PINCHINAT, A.M. (1971). Tolerancia de la variedad de fríjol "27-R" a la inundación. Turrialba 21(2): 228-231.
18. FOY, C.D. (1974). Effects of Aluminum on plant growth. P. 601-642. In E.W. Carson (ed). The plant root as its environment. Univ. Press Na., Charlottesville.
19. FROHLICH and HENKEL (1961). Hort. Abstr. 32 No. 4872.
20. HAAG, H.P. et al. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. Bragantia 26 (30): 381-391. (1967). (118).
21. HERRERA, B., M.A. Ensayos de fertilización en fríjoles en cinco distintas localidades de los cantones de Acosta y Aserrí. Tesis Ing. Agr. San José, Univ. de Costa Rica. Fac. de Agron. 1964.
22. ISHIZUHA, Y. (1971). Nutrient deficiencies of crops. Food and fertilizer technology center ASPAC. TAIPEM-TAIWAN; p. 20.
23. KASASIAN, L. and SEEYAVE, J. (1969). Critical periods for need competition. PANS 15(2): 200-212.
24. KRIEGBAUM, H. (1955). Zur Frage Der. Ertragsaenderung Bei Einem Nutzpflanzen, unter Besonderer Beruechsichtigune der Ertrag structur von Winterweizen. A. Acker - u. Pflbau. 100: 99-132.
25. LESSMAN, G.M. (1972). Zinc-phosphorus interactions in *Phaseolus vulgaris* Ph.D. Thesis East-Lansing, Michigan State Univ.
26. MASCARENHAS, H.A.A. et al (1967). Efeito da adubação verde do feijoeiro "da seco" com *Crotalaria juncea* L. empregando toda vegetação on mehorando se do campo as hasta despojadas de suas folhas. Bragantia 26 (17): 219-234.
27. McDANIEL, A.R. (1975). Plant population and spatial arrangement effects on productivity, nutrient status, and microclimatic relationships of snapbeans. Ph.D. Thesis.
28. MIYASAKA, S. et al (1966). Efeito da adubação verde com uma gramine e quatro leguminosas sobre a produção do feijoeiro "da seca", em terra-roxa-misturada. Bragantia 25 (251:277-296).

29. OROZCO S. SILVIO HUGO (1974). El cultivo del fríjol en Colombia. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 34 ps.
30. PEREZ P., N.R. Estudio de diferentes densidades de siembra en caraotas (*Phaseolus vulgaris* L.). (Study of different planting densities in beans *Phaseolus vulgaris* L. In Jornadas Agronómicas, 7a. Aroure, Acarigua, Venezuela, Abril 17-20, 1969.
31. PEREZ, P., N.R. (1969). Estudio de diferentes densidades de siembra en caraotas (*Phaseolus vulgaris* L.) In. Jornadas Agronómicas.
32. PINCHINAT, A.M. (1974). Rendimiento de fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) según la densidad y distribución espacial de siembra. Turrialba 21 (21:173-175).
33. VIEIRA, C. (1970). Período crítico de competição entre ervas daninhas e a cultura do feijao (*Phaseolus vulgaris* L.). (Critical period in competition between weeds and beans). Revista Ceres (Brazil) 17(94): 354-367.
34. VIEIRA, C. and GALVAO, J.D. (1972). Efeitos da profundidade de plantio sobre o "Feijao da seco". Revista Ceres 19 (102): 147-150.
35. WALLACE, A. et al (1974). Iron-phosphorus interaction in bushbeans. Communications in soil science and plant analysis.
36. WILLIAMS, C.F. et al (1973). Effect of spacing on weed competition in sweet corn, snap beans,, and onions. Journal of the American Society for Horticultural Science 98 (6): 526-529.
37. WILLIAMS, R.D. (1973). Competição entre a tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). (Competition between *Cyperus rotundus* and *Phaseolus vulgaris* L.). Revista Ceres 20(122): 424-432.