

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**PROGRAMA RECURSOS GENETICOS NICARAGUENSES**

**ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**PRODUCCION Y CALIDAD DE LA SEMILLA DE FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.) PRODUCIDA ARTESANALMENTE EN LA COMARCA DE PIO XII, MASATEPE**

**AUTOR:**

**ARIEL MURILLO NAVARRETE**

**ASESORES:**

**ING. MARVIN FORNOS REYES**

**ING. M. C. OSCAR GOMEZ GUTIERREZ**

**MANAGUA, NICARAGUA - 1994**

Dijo Dios:

"Yo les entrego, para que ustedes se alimenten, toda clase de hierbas, de semillas y toda clase de árboles frutales".

Génesis Cap.1 vr 29

## DEDICATORIA

Dedico la culminación de esta otra etapa de mis estudios muy especialmente a:

Dios, creador de todas las formas de vida existentes.

Mi Madre, Ofelia Navarrete Meza, por todo el cariño, confianza y apoyo que me ha dado durante toda la vida.

Mi padre, Carlos Murillo Gavarrete (q.e.p.d).

Mis hermanos Enrique, Danny, Marvin, Martha, Coralia y Miguel, por el apoyo incondicional que siempre me dieron.

Mis amigos Angela D'Alfonso, Emidio Cialente y Giuseppe Fiori, por su amistad y ayuda.

Y a todas aquellas personas que siempre creyeron en mi y tuvieron confianza en lo que estaba haciendo.

**Ariel Egberto Murillo Navarrete**

## **AGRADECIMIENTO**

Mis más sinceros agradecimientos a:

Ing. Marvin Fornos Reyes e Ing. M.C. Oscar Gómez Gutiérrez, por todos los conocimientos, ayuda y tiempo que me brindaron para poder realizar y culminar este trabajo.

Ing. Alvaro Benavides González e Ing. Reynaldo Laguna Miranda, por sus valiosos aportes y su anuencia a colaborar en todo momento.

Al programa Recursos Genéticos Nicaragüenses por permitir y apoyar la realización de mi trabajo.

A todos los miembros del Progetto Continenti que con su trabajo ayudaron la culminación del mío.

A todos aquellos Profesores de la Universidad Nacional Agraria, que desde mi ingreso a ésta, me brindaron los conocimientos necesarios para empezar y culminar el presente trabajo.

A todas estas personas, mis mas atentas muestras de agradecimiento.

**Ariel Egberto Murillo Navarrete**

## INDICE GENERAL

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>i</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iii</b>
<b>I.- INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>II.- MATERIALES Y METODOS</b>	<b>4</b>
2.1 Material Genético	4
2.2 Diseño Experimental y Ubicación	4
2.3 Manejo del Cultivo	6
2.3.1 Manejo I	6
2.3.2 Manejo II	8
2.4 Fase de Laboratorio	9
2.4.1 Prueba Analítica	10
2.4.2 Prueba de Humedad	10
2.4.3 Determinación de Daño Mecánico	11
2.4.4 Peso de Mil Semillas	11
2.4.5 Prueba de Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas	11
2.4.6 Prueba de Sanidad	12
<b>III.- RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>13</b>
3.1 Prueba Analítica	13
3.2 Determinación de Daño Mecánico	15
3.3 Prueba de Humedad	16
3.4 Peso de Mil Semillas	18

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
3.5 Análisis de Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas	19
3.6 Prueba de Sanidad	21
3.7 Análisis Estadístico de las Variables Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas dentro de cada manejo	23
3.7.1 Manejo I	23
3.7.2 Manejo II	24
<b>IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>26</b>
4.1 Conclusiones	26
4.2 Recomendaciones	27
<b>V.- BIBLIOGRAFIA</b>	<b>28</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°</b>		<b>Página</b>
1	Area de las parcelas de estudio y cantidad de semilla a utilizarse por hectárea usando la densidad poblacional de este ensayo	5
2	Porcentaje de semilla pura, otras semillas y materia inerte de cada uno de los lotes de semillas estudiados	14
3	Porcentaje de Daño Mecánico en las semillas obtenidas en las parcelas de estudio de los Manejos I y II	16
4	Contenido de humedad en las semillas sometidas a manejos de campo diferentes	18
5	Peso de mil semillas y coeficientes de variación en semillas obtenidas mediante los dos manejos en el campo	19
6	Resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias de las variables Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas en los Manejos I y II	21
7	Resultados obtenidos en la prueba de sanidad en cámaras húmedas en los lotes de semilla de los Manejos I y II	22
8	Cuadrados medios y significancia estadística de las variables Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas en el Manejo I	23

<b>Tabla N°</b>		<b>Página</b>
9	Comparación de medias de las variables Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas en el Manejo I	24
10	Cuadrados medios y significancia estadística de las variables germinación, vigor y materia seca de plántulas en el Manejo II	25
11	Comparación de medias de las variables germinación, vigor y materia seca de plántulas en el Manejo II.	25

## RESUMEN

En el ciclo de postrera del año 1992 fueron sembradas ocho parcelas para producción de semilla en cuatro lotes propiedad de igual número de pequeños productores de la comarca Pio XII, Masatepe. Cuatro parcelas fueron sometidas al manejo tradicional de los productores participantes (Manejo I), y las otras cuatro sometidas a un manejo diferente con el fin de producir semillas de calidad (Manejo II). A los lotes de semillas obtenidos se les hizo Prueba Analítica, Prueba de Humedad, Determinación de Daño Mecánico, Peso de 1000 Semillas, Pruebas de Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas y, Prueba de Sanidad. Ambos manejos fueron comparados mediante los resultados de estas pruebas, los que indicaron que la semilla de frijol producida por los productores participantes fue de menor calidad que la producida bajo el Manejo II; en el primer caso, los porcentajes de Daño Mecánico y de infección por hongos fueron mayores. Los porcentajes de germinación y vigor resultaron menores en el mismo caso. En el Manejo II resultó superior el peso de las semillas. Respecto al contenido de materia seca de las plántulas, los lotes A y C del Manejo II resultaron con valores menores.

Mediante la Prueba de Humedad se encontró que la semilla manejada por los productores posee alto contenido de agua al momento de almacenarla, lo que hace que ésta se deteriore más fácilmente.

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede decir que es posible producir semilla de calidad por parte de los pequeños productores y, dado el interés mostrado por éstos, se recomienda dar continuidad a este tipo de trabajos.

## I.- INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris*) es una planta anual, herbácea e intensamente cultivada desde el trópico hasta las zonas templadas (Ospina, 1984), en nuestro país su cultivo está distribuido en todas las zonas ecológicas, constituyendo la mayor parte del área sembrada por una leguminosa de grano comestible (Tapia, 1987); en cuanto a la cantidad de personas dedicadas a este cultivo, el 95% es producido por pequeños y medianos productores, frecuentemente ubicados en áreas marginales, y solamente el 5% del área sembrada está ubicada en buenos suelos (Tapia y Camacho, 1988).

Hoy en día, las fuentes alimenticias ricas en proteínas se han tornado un lujo para un amplio sector de la población; sin embargo, el frijol se ha convertido en la fuente más importante y barata de proteína, aunque su productividad sea baja. En el mundo forma parte en la dieta alimenticia de 300 millones de personas (Walter, 1992).

En Nicaragua es el alimento básico después del maíz, constituyendo no solamente la base energética sino la base protéica en la alimentación (Rava, 1991). Los rendimientos promedios oscilan entre los 500 y 800 kg/ha y en la dieta popular representa un consumo per cápita de 18.3 kg (Tapia y Camacho, 1988).

Su producción se ha visto limitada debido a una serie de factores entre los que sobresalen las plagas y enfermedades, poca tecnología y semilla de mala calidad, factor este último que impide la obtención de elevados rendimientos (CNIGB, 1992).

El empleo del grano para la alimentación humana constituye el uso más importante para lo cual se cultiva esta especie. Asimismo, dicho grano constituye la semilla para la siembra (Kohashi, 1990); afirmación que es compartida por Rava (1991), cuando

menciona que la semilla generalmente usada es el grano de consumo, el cual no reúne los requisitos de pureza, sanidad y calidad fisiológica que debe tener una semilla para garantizar el éxito del cultivo. Los bajos rendimientos del frijol se deben en gran medida a este problema, surgiendo como alternativa para resolverlo que los productores produzcan su propia semilla.

Schwartz y Gálvez (1980) también afirman que la semilla de frijol utilizada por los productores latinoamericanos es, en general, de mala calidad, especialmente entre quienes únicamente poseen pequeñas parcelas. Sarukhan (1984) afirma que el éxito de la producción de granos se basa en gran medida en el uso de semilla de alta calidad. Hoy los agricultores están más concientes de la importancia de la semilla y han reconocido la necesidad de usar semilla de buena calidad; asimismo, reconocen que la inversión hecha en un cultivo no debe arriesgarse con la siembra de semilla de mala calidad (Boyd y Artecona, 1980).

Según Tapia (1986), el suministro anual de semillas se suple a través del uso de variedades criollas que los propios agricultores reproducen. Anteriormente la empresa ENPROSEM producía semillas certificadas supliendo una parte de la demanda, pero en la actualidad esta oferta es inexistente, por lo que este problema se incrementa año con año.

De lo anterior se puede decir que tener semilla de buena calidad es el punto de partida y la finalidad de la producción comercial de frijol para lograr superar la demanda actual y, una forma de hacerlo es fomentar la producción de semilla (Tapia, 1986). Esto también es afirmado por Blanco (1991) al decir que una posible solución es la producción artesanal de semilla.

Con el fin de contribuir a superar esta problemática se realizó el presente trabajo cuyos objetivos fueron:

1.- Demostrar a pequeños productores, que mediante la implementación de ciertas prácticas adicionales sencillas en lotes de campo y después de la cosecha es posible obtener semillas de buena calidad, lo que permitirá obtener una emergencia inicial y un establecimiento de campo adecuados.

2.- Estimular a los pequeños productores a la producción de semillas de calidad como una fuente de autoabastecimiento.

## **II.- MATERIALES Y METODOS**

Para cumplir con los objetivos propuestos, el presente trabajo se realizó en dos fases, a nivel de campo y a nivel de laboratorio.

Para fines prácticos se le llamará Manejo I a la manera tradicional que los productores participantes le dieron a sus parcelas y se le denominará Manejo II al que fueron sometidas las parcelas de estudio para la producción de semillas.

Los nombres de los productores están representados por letras mayúsculas de la siguiente forma: Manuel Carranza = A; Maximo García = B; Santiago Potosme = C; Juan Gaitán = D. En ambos manejos se utilizó el mismo material genético; es decir, A en el Manejo I es el mismo material de A en el Manejo II.

### **2.1 Material Genético**

El material genético utilizado en este estudio fue adquirido de los productores participantes, todos ellos habitantes de la comarca Pio XII (Masatepe), el cual consistió en variedades criollas utilizadas por los productores para su siembra, proveniente de la cosecha anterior (primera de 1992) y que de igual manera ocuparon para sembrar las parcelas a evaluarse bajo su forma tradicional de siembra y manejo.

### **2.2 Diseño Experimental y Ubicación**

Debido a las características del experimento, se establecieron parcelas de estudio en el campo de cada uno de los productores que participaron en el experimento, cada una de las cuales se consideró un tratamiento. De esta forma se obtuvieron ocho lotes de

semilla, cuatro producidos bajo el sistema tradicional de los productores y cuatro producidos en parcelas con manejo adecuado para producción de semilla; es decir, cada variedad local de frijol se produjo bajo dos sistemas diferentes de manejo. Para el análisis estadístico de la calidad de la semilla, el número de réplicas estuvo de acuerdo al tipo de prueba, tomando las semillas de una muestra representativa de cada lote.

Los terrenos donde se ubicaron las parcelas tienen pendientes que oscilan entre 5% y 40%, los que no son aptos para producir semilla, pero son los únicos que tenían los productores participantes. Cada material genético se estableció en condiciones edafoclimáticas similares.

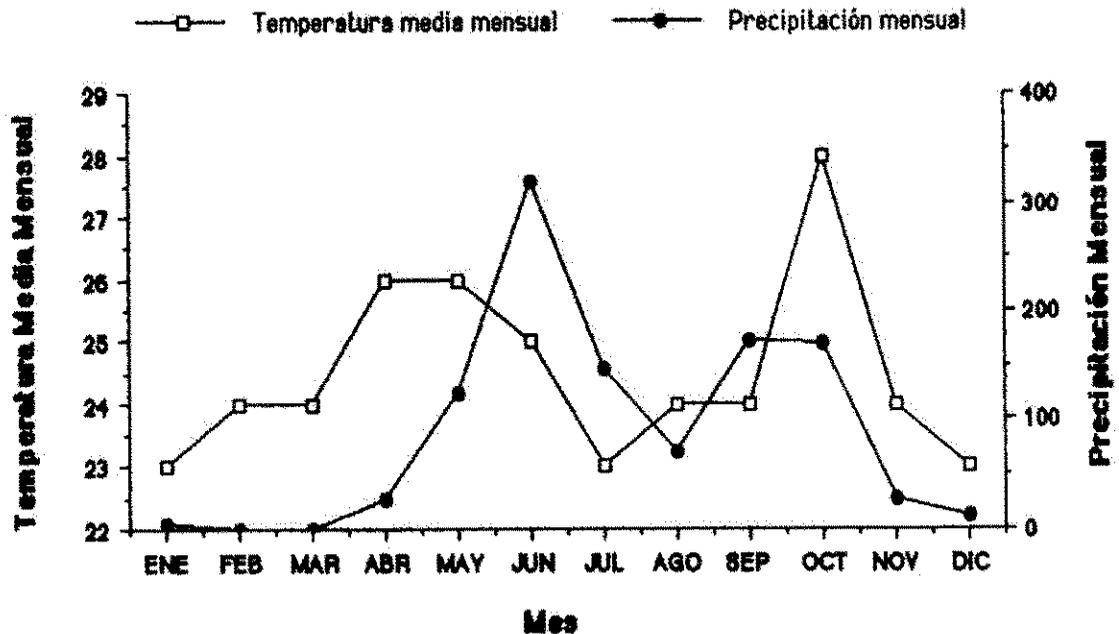
En la Tabla 1 se muestra el tamaño de cada parcela, la cantidad de semilla que se utilizó en las mismas y la que se utilizaría en una hectárea.

**Tabla 1.- Área de las parcelas de estudio y cantidad de semilla a utilizarse por hectárea usando la densidad poblacional de este ensayo**

Productor	Letra clave	Tamaño de parcela (m <sup>2</sup> )	Cantidad de semilla usada.(kg)	Cantidad de semilla a usar (kg/ha)
Manuel Carranza	A	400	0.96	24
Máximo García	B	400	1.04	26
Santiago Potosme	C	364	0.76	21
Juan Gaitán	D	396	0.99	25

El estudio se realizó en la comarca Pío XII, Masatepe, departamento de Masaya, ubicada geográficamente entre los 86° 08' Latitud Norte y 11° 53' Longitud Oeste, a 470 msnm y temperatura promedio anual de 26.7 °C, la precipitación pluvial anual de la zona es de 1500 mm. Durante el ciclo del cultivo la precipitación fue de 209.1 mm distribuida en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, con humedad relativa de 84.5%

(Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, 1993); en la Figura 1 se muestra la precipitación y la temperatura media mensual durante el año en que se realizó el ensayo.



**Figura 1.- Temperatura media y precipitación mensuales del año 1992 en la comarca de Pio XII, Masatepe, Masaya.**

## 2.3 Manejo del Cultivo

### 2.3.1. Manejo 1

El manejo del cultivo realizado por los productores fue similar al que tradicionalmente se usa en la producción de frijol para grano todos los años.

La semilla usada se obtuvo de la cosecha anterior (ciclo de Primera de 1992), sin ningún manejo especial del cultivo por ser para la producción de grano del productor; en cuanto a la preparación del terreno, primero se efectuó la chapoda el día 20 de

septiembre de 1992, con la eliminación posterior de los rastros; después, el mismo día de la siembra, se dió un pase de arado de tracción animal, dejando los surcos a una distancia de 40 cm aproximadamente.

La siembra se realizó el día 9 de Octubre en las parcelas A, B y C; la parcela D fue sembrada el día 10, depositando la semilla a una profundidad de 3 cm aproximadamente.

La semilla utilizada para la siembra no se sometió a ningún tipo de tratamiento, asimismo; no se empleó ninguna clase de fertilizante o insecticida.

Las malezas fueron eliminadas mecánicamente con azadón dos veces durante los primeros 35 días del cultivo.

Por otro lado, no se efectuó eliminación de plantas atípicas ni enfermas durante el ciclo del cultivo; asimismo, no se hicieron aplicaciones de fungicidas a las vainas para protegerlas de enfermedades fúngicas. La cosecha se efectuó manualmente cuando los productores consideraron que el cultivo había alcanzado la madurez adecuada (amarillamiento y caída de las hojas).

En lo que respecta al aporreo, este se hizo introduciendo las plantas en sacos MACEN, donde fueron trilladas con un madero de forma cilíndrica para que las vainas liberaran el grano; la limpieza se efectuó de forma natural con ayuda del viento. Una vez secadas y limpias, las semillas se empacaron en sacos MACEN, depositando en cada uno una pastilla de fosforo de aluminio como medida de protección contra los insectos de granos almacenados, después fueron colocados dentro de la casa del agricultor correspondiente sobre un piso de madera.

### 2.3.2 Manejo II

El Manejo II fue la metodología aplicada a las cuatro parcelas de estudio con la finalidad de obtener semilla de buena calidad siguiendo algunas recomendaciones dadas por Tapia y Camacho (1988) y CNIGB (1992), para la producción de semilla artesanal.

La preparación del suelo se realizó con la técnica de labranza mínima, usando un rayador manual el día de la siembra, la que se realizó el día 9 de octubre de 1992 en las parcelas A, B y C, y el 10 de octubre en la parcela D. La semilla fue depositada en el fondo del surco a una profundidad de 2 cm aproximadamente, y una distancia de 70 cm entre hileras y 10 semillas por metro lineal. Previo a la siembra, la semilla fue tratada con Benomyl (Benlate) a razón de 1 g/kg de semilla, como medida de protección pre-siembra contra enfermedades fungosas.

Para el control de malezas se aplicó Gramoxone (Paraquat) cinco días antes de la siembra, en dosis de 4.25 cc/L de agua. A los 18 días después de la siembra se hizo una segunda aplicación con el mismo producto, en la misma dosis con pantalla para no dañar el cultivo.

En cuanto a fertilización únicamente se utilizó la fórmula completa 12-30-10 en dosis de 129 kg/ha y contra las plagas del suelo se aplicó Mocap (Ethoprop) al 10% en dosis de 10 kg/ha, ambos productos se aplicaron al momento de la siembra.

Para proteger a las vainas de posibles enfermedades fungosas se usó Benomyl (Benlate) a razón de 0.55 g/L de agua, aplicándose al inicio del llenado de vainas.

La cosecha se realizó manualmente, arrancando las plantas cuando la semilla

alcanzó la madurez fisiológica, luego fueron trasladadas a las instalaciones del programa REGEN, donde se pusieron a secar colgadas en cuerdas de nylon. Se consideró madurez fisiológica cuando ocurrió el cambio de color en las vainas y en el follaje.

El aporreo se realizó a los tres días después del arranque; para lo cual, las plantas se introdujeron en sacos MACEN y se aporrearon hasta que las vainas liberaron las semillas; la prelimpieza se efectuó un día después del aporreo con ayuda del viento. Para fines del secado de las semillas se empleó un cuarto de secado en el que la temperatura es de 15 °C y la humedad relativa de 35% durante 5 días; luego de este período, las semillas se almacenaron en bolsas plásticas en un cuarto con temperatura de 24 °C y humedad relativa de 60-70%.

## **2.4 Fase de Laboratorio**

Para la realización de la segunda fase del experimento se obtuvieron muestras representativas de cada uno de los lotes producidos, para un total de ocho muestras, y se llevó a cabo en el Laboratorio de Semillas del Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN), de la Universidad Nacional Agraria, localizado en el km 12.5 de la Carretera Norte, Managua.

El análisis de calidad de las semillas se hizo de acuerdo a las recomendaciones de la International Seed Testing Association (ISTA, 1985), realizándose las pruebas siguientes:

### 2.4.1 Prueba Analítica

De cada uno de los lotes se tomó una muestra de trabajo de aproximadamente 700 gramos, de la que se separaron manualmente cada uno de sus componentes: semilla pura, otras semillas (semillas de otros cultivos y de malas hierbas ) y materia inerte.

Los porcentajes en peso de cada uno de estos componentes se calcularon sobre la base del peso inicial; el porcentaje final de semilla pura se calculó restando de 100 la suma de los porcentajes de los otros tres componentes.

### 2.4.2 Prueba de Humedad

Para efectuar esta prueba se tomó de cada muestra 10 gramos de semillas, las que se molieron y se sometieron a secado en un horno a 130 °C durante una hora en dos réplicas. Se usaron pesafiltros de cristal resistentes a las altas temperaturas, luego fueron puestas en un desecador de cristal que contiene sílica gel durante 30 minutos, para que se enfriaran las muestras sin absorber humedad del ambiente; después se procedió al pesado de las muestras secas y se calculó la humedad de acuerdo a la fórmula propuesta por Moreno (1984).

$$\text{Porcentaje de humedad base seca} = \frac{A}{P_s} \times 100$$

En donde:

A = peso de agua en gramos

P<sub>s</sub> = peso de la muestra en gramos

### 2.4.3 Determinación de Daño Mecánico

Para la determinación del daño mecánico se empleó la prueba de inmersión en hipoclorito de sodio al 6%. Se hicieron 2 réplicas de 100 semillas cada una y luego se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio al 6% de concentración durante 5 minutos; luego las semillas se sacaron y se extendieron en una hoja de papel filtro Whatman 40 y se procedió a examinar cada una de ellas. Las semillas hinchadas se consideraron dañadas. El resultado se expresó en porcentaje en cada uno de los lotes.

### 2.4.4 Peso de Mil Semillas

A partir de la semilla pura de cada uno de los lotes en estudio se contaron ocho réplicas de cien semillas cada una de manera aleatoria, luego fueron pesadas en una balanza electrónica de dos decimales. De cada muestra se determinó la media, la varianza, la desviación típica y el coeficiente de variación.

Según lo recomendado por la ISTA (1985), el coeficiente de variación (C.V.) debe ser menor de 4 en las leguminosas, de lo contrario la prueba se repite o se aumenta el número de réplicas. Finalmente la media se multiplicó por 10 y se obtuvo de esta forma el peso de mil semillas.

### 2.4.5 Prueba de Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas

La prueba de germinación se hizo con cuatro réplicas de 30 semillas cada una. Para aproximarse mas a las condiciones naturales, éste análisis se realizó en maceteras de arcilla usando arena sin esterilizar como sustrato y a temperatura ambiental. Las semillas fueron sembradas a una profundidad de 2 cm aproximadamente. Se usó agua

potable para regarlas y se consideró el número de plántulas normales a los 10 días como el resultado final de esta prueba.

El vigor de las semillas se evaluó mediante el primer conteo de plántulas emergidas en buen estado, a los cinco días después de iniciada la prueba de germinación. Los resultados de ambas pruebas se expresaron en porcentajes.

El contenido de materia seca de plántulas se obtuvo para tener una mejor idea de la mayor o menor acumulación de esta en los lotes de la misma variedad pero con diferente manejo, ya que a mayor acumulación de materia seca se espera un mejor comportamiento fisiológico de la semilla.

#### 2.4.6 Prueba de Sanidad

El objetivo fundamental de esta prueba fue determinar la presencia de enfermedades en la semilla.

Para realizarla se tomaron 100 semillas y se hicieron 4 réplicas de 25 semillas cada una, tanto para las parcelas del Manejo I como para las del Manejo II, luego se colocaron en cámaras húmedas (platos petri) esterilizadas. Como sustrato se usó papel filtro Wathman 40 y agua destilada, recomendado por las reglas internacionales de la ISTA (1985) para las pruebas de germinación en frijol. El sustrato siempre fue mantenido húmedo durante la prueba.

Los platos petri se ubicaron sobre las mesas de trabajo del Laboratorio de Semillas, donde la temperatura varía entre 25 y 28 °C, a los nueve días de iniciada la prueba se hizo el conteo de las semillas sanas y las semillas afectadas. Los resultados están expresados en porcentaje.

### **III.- RESULTADOS Y DISCUSION**

La presente investigación se realizó con ocho lotes de semillas, cuatro producidos de manera tradicional por igual número de pequeños productores y que se le denominó Manejo I y cuatro empleando algunas prácticas adicionales sencillas con el propósito de obtener semillas de buena calidad y que se le denominó Manejo II. Esta fue la fase de campo.

Los lotes en mención fueron evaluados y comparados mediante los análisis de calidad establecidos por el ISTA (1985), con el propósito de determinar cuáles lotes de semillas resultaron mejores. Esta evaluación se hizo en el Laboratorio de Semillas del programa REGEN.

#### **3.1 Prueba Analítica**

Según Moreno (1984), esta prueba tiene como objetivo determinar la composición física de la muestra y por lo tanto, la composición del lote del que fue tomada; así como la identificación de semillas de otras especies y de la materia inerte presentes en la muestra.

En la Tabla 2 se observa los resultados de la prueba analítica efectuada a ocho muestras de trabajo tomadas de igual número de lotes de semilla. Los resultados reflejan que el promedio de los porcentajes de semilla pura de frijol común producidas bajo el Manejo I es de 99.28%, con valores que oscilan entre 98.60% y 99.72%, lo que indica que no hay mucha variación entre las muestras que representan a cada lote.

Respecto al Manejo II, el promedio en porcentaje de semilla pura fue de 98.95%.

con valores que oscilan entre 98.21% y 99.65% lo que también indica poca variación entre las muestras.

Para las variables otras semillas y materia inerte los resultados tampoco difieren mucho entre si. Se obtuvo promedios de 0.47% y 0.43% para la variable "otras semillas" en los Manejos I y II respectivamente y, para la variable "materia inerte" se observan los promedios de 0.27% para el Manejo I y 0.57% para el Manejo II.

Es posible que la poca variación observada se deba a la manera similar que se efectuó el arranque de las plantas, su aporreo y limpieza en ambos manejos. Dentro del componente "otras semillas" se tiene mucho cuidado para evitar la presencia de semillas de malezas indeseables o de otra variedad del cultivo que se está produciendo. Cabe señalar que por lo general, los productores no usan ningún tipo de tamiz para la limpieza de sus semillas, sino que lo hacen manualmente y con ayuda del viento.

**Tabla 2.- Porcentajes de semilla pura, otras semillas y materia inerte de cada uno de los lotes de semillas estudiados**

Productor	Semilla pura (%)		Otras semillas (%)		Materia inerte (%)	
	Man. I	Man. II	Man. I	Man. II	Man. I	Man. II
A	99.52	99.65	0.37	0.00	0.09	0.34
B	99.29	98.90	0.43	0.66	0.26	0.44
C	98.60	98.21	0.91	1.04	0.47	0.75
D	99.72	99.05	0.04	0.19	0.24	0.75
Media	99.28	98.95	0.47	0.43	0.27	0.57

Man. I = Manejo I      Man. II = Manejo II

### 3.2 Determinación de Daño Mecánico

Esta prueba se usa para determinar el porcentaje de daño mecánico ocasionado a las semillas durante la cosecha, el cual puede afectar la viabilidad, la germinación y aumentar la posibilidad de contaminación de la semilla por parte de microorganismos (Schweitzer, 1972); en esto radica la importancia de evitar en lo posible el daño mecánico durante la cosecha, la trilla y las diferentes actividades del beneficiado de semilla.

En la Tabla 3 se presenta los resultados obtenidos en la determinación de daño mecánico con una solución de hipoclorito de sodio al 6%, en el que se muestran las diferencias de daño entre los lotes de semillas de los Manejos I y II respectivamente, siendo mayores los porcentajes en cada uno de los productores que siguieron las prácticas correspondientes al Manejo I; es decir, el sistema de producción tradicional.

La diferencia existente entre ambos manejos se debe posiblemente a la diferencia de humedad entre las semillas de los Manejos I y II cuando fueron aporreadas las plantas.

La semilla del Manejo I fue aporreada el mismo día de la cosecha porque los productores consideraron que estaba lo suficientemente seca. En cambio las del Manejo II tuvieron un período de pre-secado de tres días, lo que les disminuyó la humedad hasta el 18% aproximadamente.

Para el aporreo se debe considerar la humedad de la semilla, porque mientras más húmeda se encuentre, la testa del frijol es más susceptible a sufrir daño mecánico y posteriormente pierden su viabilidad rápidamente en el almacén, dando origen a plántulas débiles y anormales en el campo (Camargo *et al.*, 1988).

Se puede notar en el Manejo I mayor daño, entre 1.5% y 3.5%. En el Manejo II, solamente el lote A presenta un daño del 0.5%, que es la única semilla con un porcentaje pequeño de daño, pero menor que todos los lotes del Manejo I.

Si el porcentaje de daño mecánico en esta prueba, es superior al 10%, éste se considera excesivo (Gómez<sup>1</sup>, 1994, comunicación personal).

**Tabla 3.- Porcentaje de Daño Mecánico en las semillas obtenidas en las parcelas de estudio de los Manejos I y II**

Productor	Porcentaje de Daño Mecánico	
	Manejo I (%)	Manejo II (%)
A	2.00	0.50
B	3.50	0.00
C	1.50	0.00
D	1.50	0.00

### 3.3 Prueba de Humedad

Si se almacena el grano húmedo, sin que el aire pase a través de él, el grano se calentará, respirará más rápido y producirá mas calor y humedad; por lo tanto el grano caliente se deteriorará más rápido (Lindblad y Druben, 1986).

La determinación del contenido de humedad es importante, porque al almacenarse semilla con alto contenido de humedad puede deteriorarse rápidamente, de tal manera que todos los cuidados durante la fase de campo pueden resultar vanos. La semilla

<sup>1</sup>Gómez G., O. J. 1994. Docente - Investigador. Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses. Universidad Nacional Agraria. Km 14.5, Carretera Norte. Managua, Nicaragua.

puede perderse en un día por efectos de alta humedad. Garay y Douglas (1980) afirman que la humedad es el principal factor causante del deterioro de las semillas.

Al efectuarse la prueba de humedad para ambos manejos, se observa en la Tabla 4 que los lotes B y C del Manejo I están en el límite de contenido máximo de humedad para el almacenamiento de semilla de frijol, que es de 13% (Camacho y Carrillo, 1992). Sin embargo, las parcelas A y D presentaron un contenido de humedad muy elevado para el almacenamiento seguro con 15.84% y 14.25% respectivamente. Con estos niveles de humedad el almacenamiento de semillas en cualquier tipo de envase es peligroso, ya que puede ocurrir el desarrollo de hongos y plagas del almacén que conducirían al deterioro de las semillas. Diversos autores afirman que un contenido de humedad menor del 13% permite un período de almacenamiento sin mucho riesgo. Según Harrington (1978), un alto nivel de humedad es el mayor causante de pérdida de vigor y germinación en las semillas; además de que puede propiciar el desarrollo de microorganismos patógenos.

Si se considera que el período de almacenamiento se prolongará hasta el ciclo de postrera del siguiente año es probable que esto tenga consecuencias adversas para las semillas.

Respecto a los resultados de esta prueba en las semillas de los lotes del Manejo II, el contenido de humedad está por debajo del 13%, valores excelentes para el almacenamiento seguro, cuando éste se haga en envases adecuados como bolsas plásticas para evitar la absorción de agua. El agricultor utiliza recipientes metálicos, bidones plásticos, barriles de 55 galones, sacos de yute, calabazas y cajones de madera u otro material. Harrington (1978) afirma que aún la semilla suficientemente seca, al estar mal almacenada puede alcanzar niveles peligrosos de humedad durante los períodos de tiempo húmedo, por lo que se debe procurar empacarla en envases a prueba de

humedad, para evitar fluctuaciones peligrosas en el contenido de humedad de las semillas.

**Tabla 4.- Contenido de humedad en las semillas sometidas a manejos de campo diferentes**

Productor	Contenido de Humedad en las Semillas	
	Manejo I (%)	Manejo II (%)
A	15.84	11.44
B	12.34	11.09
C	12.36	10.90
D	14.25	11.75

### 3.4 Peso de Mil Semillas

El objetivo de esta prueba es determinar el peso de mil semillas de una muestra para tener una idea de la uniformidad de las semillas del lote (Moreno, 1984). Entre menor sea el coeficiente de variación, mayor es la uniformidad del tamaño y peso de las semillas de un lote. Además, se dice que las semillas más pesadas son las que acumulan mayor cantidad de materia seca y por consiguiente tendrán mayor vigor y germinación.

En la Tabla 5 se observa que el peso de mil semillas de los lotes del Manejo II es superior a los obtenidos bajo el Manejo I. Sólo se observó una pequeña diferencia en el lote A del Manejo I, cuyas semillas fueron levemente más pesadas que las producidas bajo el Manejo II. Esto posiblemente se deba al mayor ciclo vegetativo de este material respecto a los otros, lo que le permitió al lote del Manejo I disponer de más humedad por tener distancia de siembra menor. Lo contrario sucedió con el lote del Manejo II, que

tenía menor densidad poblacional y mayor distancia entre surco, teniendo el suelo menor capacidad para almacenar agua por falta de cobertura.

Si se considera que cada dos parcelas fueron sembradas con material genético similar, se puede decir que la diferencia de peso entre el mismo material se debió posiblemente al efecto de los manejos a que fue sometida cada parcela.

Respecto al coeficiente de variación (C.V.) se puede notar de manera global que todos los valores son relativamente bajos comparados con el máximo permitido en las leguminosas. El Manejo II presenta los valores más pequeños, lo que demuestra mayor uniformidad en el tamaño y peso específico de la semilla. Solamente el lote C del Manejo I mostró un valor menor que el mismo lote del Manejo II.

**Tabla 5.- Peso de mil semillas y coeficientes de variación en semillas obtenidas mediante los dos manejos en el campo**

Productor	Manejo I		Manejo II	
	Peso (g)	CV (%)	Peso (g)	CV (%)
A	204.19	2.06	203.75	1.35
B	176.21	2.34	183.41	1.68
C	210.14	1.47	216.91	1.85
D	209.63	2.41	217.03	1.14

CV (X): Coeficiente de Variación

### 3.5 Análisis de Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas

Desde el punto de vista fisiológico, el proceso de germinación supone el comienzo de una secuencia de eventos a los niveles molecular y celular que preceden al

crecimiento visible del embrión (Andrade, 1992); es decir, no incluye la emergencia de la plántula.

La germinación, desde el punto de vista agronómico es la información más común que tiene el productor para observar la calidad de semilla que obtiene para su siembra y no le interesa tanto si es correcto o no referirse a germinación o emergencia.

En la Tabla 6 se dan los resultados de la comparación de medias (t-student;  $p=0.05$ ) para las variables germinación, vigor y materia seca de plántulas. En cuanto a germinación, se aprecian diferencias estadísticas significativas en los lotes A, C Y D; lo que indica que hay diferencia entre una forma de manejo y otra. Los mejores resultados fueron obtenidos con las semillas del Manejo II, a excepción del lote A; el lote B no presentó diferencia estadística significativa.

Respecto al vigor, este ha sido el mecanismo para medir la habilidad de la semilla para germinar y producir plantas vigorosas bajo un rango de condiciones de campo que puedan razonablemente ser esperadas por la localización geográfica y la especie cultivada (Woodstock, citado por Andrade, 1992).

En la Tabla 6 se observa la comparación de medias de la variable vigor y se aprecian diferencias significativas entre las medias de los lotes A, C y D. Las medias de la parcela B no mostraron diferencia significativa igual que en la prueba de germinación.

La germinación y el vigor del lote A mostraron valores menores en el Manejo II, lo que posiblemente se deba a un problema de latencia en esta variedad local. Los lotes C y D en el Manejo I también mostraron valores bajos, pero la germinación también fue menor que en los demás casos. No se descarta algún tipo de latencia en estos materiales.

**Tabla 6.- Resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias de las variables Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas en los Manejos I y II**

Productor	Germinación			Vigor			Mat. Seca de Plántulas		
	Man I	Man II	t-cal	Man I	Man II	t-cal	Man I	Man II	t-cal
A	98.34	92.50	4.59	69.17	21.67	7.00	0.136875	0.135000	0.280288
B	92.50	95.42	1.64	85.00	87.92	0.58	0.130375	0.137125	0.668350
C	76.67	98.33	3.43	32.50	75.84	5.18	0.147275	0.145250	0.201246
D	90.84	99.17	3.69	22.50	96.67	15.49	0.145025	0.156500	1.291038

t-teórico: 2.45

Man I = Manejo I

Man II = Manejo II

Mat. = Materia

Respecto a la acumulación de materia seca, Galeano (1993) afirma que obedece a un patrón de variedades, especie y condiciones ambientales. En el presente estudio la acumulación de materia seca en las plantas obtenidas de los dos sistemas de manejo fue similar, lo que se comprueba a través de los resultados del análisis de comparación de medias mediante la prueba de t de Student ( $p=0.05$ ) en la Tabla 6.

Aunque no hubo diferencias estadísticas significativas, las diferencias mínimas en peso de materia seca entre los dos manejos sí presentan diferencia en el posterior desarrollo de las plántulas tal como se ve en el vigor. Esto puede indicar la importancia que tiene cosechar con el mayor contenido de materia seca, por pequeñas que parezcan las diferencias numéricas.

### 3.6 Prueba de Sanidad

Se ha determinado que muchos organismos patógenos pueden ser portados por la semilla de frijol; entre ellos, hongos y bacterias de diferentes especies.

Las infecciones en campo son producidas especialmente por salpiques de suelo

infectado que llegan a las vainas por efecto del agua. Una vez en las vainas, los patógenos pueden penetrar hasta el interior de las semillas si las condiciones ambientales son adecuadas.

Las semillas cosechadas bajo estas condiciones presentan decoloración de la testa y manchas necróticas. En estos casos, la infección no es observable a simple vista. Sin embargo, al realizar pruebas de germinación en cámaras húmedas puede observarse el crecimiento de algunos patógenos como *Colletotrichum*, *Macrosphomina* y *Xanthomonas*. Por ejemplo, se ha demostrado experimentalmente que al aumentar los niveles de infección por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* decrece el poder germinativo de la semilla de frijol (Laguna, 1989).

En el estudio visual realizado, se pudo notar la presencia de hongos en tres de los lotes del Manejo I, siendo las semillas de la parcela B las que presentaron el mayor porcentaje de infección. Respecto al Manejo II las únicas semillas que mostraron presencia de hongos fueron las de la parcela A. En ninguno de los manejos se presentó exudado bacteriano. En el Tabla 7 se muestran los resultados obtenidos en la prueba de sanidad.

**Tabla 7.- Resultados obtenidos en la prueba de sanidad en cámaras húmedas en los lotes de semilla de los Manejos I y II**

Productor	Manejo I		Manejo II	
	Sem. Sanas (%)	Sem. Enf. (%)	Sem. Sanas (%)	Sem. Enf. (%)
A	100	0	97	3
B	94	6	100	0
C	97	3	100	0
D	98	2	100	0

Sem = semillas

Enf = enfermas

### 3.7 Análisis estadístico de las variables Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas dentro de cada manejo

#### 3.7.1 Manejo I

Los cuadrados medios y significancia estadística de las variables germinación, vigor y materia seca de plántulas, en el Manejo I, se observan en la Tabla 8. Solamente la variable vigor presentó diferencia altamente significativa en al menos uno de los materiales. Esto se debe probablemente a que los productores tienen materiales genéticamente diferentes.

**Tabla 8.- Cuadros medios y significancia estadística de las variables Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas en el Manejo I**

Fuente de Variación	V a r i a b l e s		
	Germinación	Vigor	Materia Seca de Plántulas
Repetición	39.13 ns	31.79 ns	0.00027 ns
Tratamiento	169.07 ns	1744.97 **	0.00024 ns
Error	188.95	69.21	0.00022
CV(%)	19.29	18.40	10.83

ns = no significativo

\*\* = altamente significativo

g = gramo

#### - Prueba comparativa de Medias

En la Tabla 9 se presenta el análisis de agrupación realizado a través de la prueba de Tukey (\*\*= 0.05) entre los valores medios de las variables germinación, vigor y materia seca de plántulas. Con excepción del vigor, para el resto de variables no se apreciaron diferencias entre productores.

Sabiendo que el vigor está definido por factores genéticos y/o ambientales, es más viable aceptar las diferencias existentes debidas a los primeros, y descartar los segundos debido a que los materiales fueron manejados bajo condiciones similares.

**Tabla 9.- Comparación de medias de las variables Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas en el Manejo I**

Productor	V a r i a b l e s		
	Germinación (%)	Vigor (%)	Materia Seca de Plántulas (g)
A	98.3 a	69.2 a	0.1369 a
B	92.5 a	85.0 a	0.1304 a
C	76.7 a	32.5 b	0.1473 a
D	90.8 a	22.5 b	0.1450 a

Las medias con la misma letra no son diferentes significativamente.

### 3.7.2 Manejo II

Los cuadrados medios y significancia estadística de las variables germinación, vigor y materia seca de plántulas en el Manejo II se presentan en la Tabla 10. Se observa diferencias altamente significativas entre los lotes producidos bajo el Manejo II en por lo menos uno de ellos para cada variable. Esto puede reafirmar las diferencias genéticas entre los lotes de semilla, dado que los materiales fueron manejados de manera similar bajo las mismas condiciones agroecológicas.

**Tabla 10.- Cuadros medios y significancia estadística de las variables Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas en el Manejo II**

Fuente de Variación	V a r i a b l e s					
	Germinación		Vigor		Materia Seca de Plántulas	
Repetición	11.46	ns	17.30	ns	0.000094	ns
Tratamiento	172.06	**	2138.30	**	0.000370	**
Error	27.13		43.46		0.000082	
CV	6.40		10.98		6.31	

ns = no significativo

\*\* = altamente significativo

#### - Prueba comparativa de Medias

En la Tabla 11 se presenta el análisis de agrupación realizado a través de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) entre los valores medios de las variables germinación, vigor y materia seca de plántulas, las cuales presentaron un mejor comportamiento en el lote D; en cambio, en el lote A los valores para las mismas variables fueron los menores.

**Tabla 11.- Comparación de medias de las variables Germinación, Vigor y Materia Seca de Plántulas en el Manejo II**

Productor	V a r i a b l e s					
	Germinación (%)		Vigor (%)		Materia Seca de Plántulas (g)	
A	92.5	b	21.7	c	0.1350	ab
B	95.4	ab	88.5	ab	0.1371	ab
C	98.3	a	75.8	b	0.1453	ab
D	99.2	a	96.7	a	0.1565	a

Las medias con la misma letra no son diferentes significativamente.

## **IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

- 1.- Los resultados obtenidos en este estudio indican que la semilla de frijol producida por los productores participantes fue de menor calidad que la producida bajo el Manejo II, tal como lo demuestran las pruebas de vigor, germinación y materia seca de plántulas
- 2.- El contenido de humedad de la semilla de los productores participantes fue mayor al momento de almacenarla, lo que implica un mayor riesgo de deterioro de la semilla.
- 3.- En cuanto al porcentaje de daño mecánico éste fue menor en las semillas producidas bajo el Manejo II.
- 4.- Respecto a la sanidad de las semillas, fue mayor el porcentaje de infección en las producidas bajo el Manejo I.
- 5.- Los resultados obtenidos indican que es posible producir semilla de calidad en cantidad suficiente por los pequeños productores en áreas adjuntas al cultivo para grano.

## **4.2 Recomendaciones**

- 1.- Establecer ensayos con variedades conocidas para determinar con cuáles se obtienen resultados mejores en condiciones similares de terreno a los que se usaron en este estudio.
- 2.- Transferir los resultados del presente estudio a los pequeños productores de frijol participantes y a los demás productores de la comarca Pío XII (Masaya) para una mejor utilización de los resultados obtenidos.
- 3.- En base al interés presentado por los pequeños productores participantes posterior al ensayo, impulsar este tipo de trabajo con los pequeños productores.

## V.-BIBLIOGRAFIA

- Ándrade, H. 1992. Mejoramiento del vigor en semillas de maíz y su relación con emergencia y rendimiento. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Post-Graduados. Centro de Genética, Montecillo, México. 98 pág.
- Blanco, M. 1991. Actuales variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y su comportamiento en las regiones II, III y IV. Conferencia presentada a los técnicos de base MAG. Reg. II,III y IV 28/feb/1991 y Cooperativa Humberto Tapia 24/Mayo/1991 PCP/UNA/SLU. Managua, Nicaragua. 7 pág.
- Boyd, A. y Artecona, M. 1980. Principios del procesamiento de semillas. Presentado al III curso intensivo sobre tecnología de semillas. CIAT. Cali, Colombia. 17 pág.
- Camacho, A. N. y Carrillo, R. O. 1992. Tecnologías no convencionales para el manejo poscosecha de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Unidades de aprendizaje para la capacitación en tecnología de producción de frijol. N° 7. CIAT-BID-PROFRIJOL.
- Camargo, C. P.; C. Sander y A. Monares. 1988. Sistemas de producción de semillas para pequeños agricultores, una visión no convencional. Anexo del boletín No. 2 volumen 8, Octubre 1988. Semillas para América Latina. CIAT. Cali, Colombia. 28 pág.
- Centro Nacional de Investigación en Granos Básicos (CNIGB). 1992. Guía técnica del frijol común. Managua, Nicaragua. 59 pág.
- Galeano A., J. R. 1993. Relación entre la fecha de cosecha, calidad fisiológica, sanitaria y longevidad en semilla de sorgo. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Post-graduados. Programa Interdisciplinario de Fisiología Vegetal. Montecillo, México. 1980. 134 pág.

- ✓ Garay, A. y J. Douglas. 1980. Cómo se inspecciona un campo semillero. Metodología de muestreo. Ofrecido en el tercer curso internacional de tecnología de semillas en el CIAT. Cali, Colombia. 15 pág.
- ✓ Harrington, J. E. 1978. Seed storage and packing, applications for India. National Seed Corporation, Ltd. Nueva Delhi, India. 18 pág.
- ✓ INETER. 1993. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Estación meteorológica de Campos Azules.
- ✓ ISTA. 1985. International Seed Testing Association. Zurich (Suiza).
- ✓ Kohashi, J. 1990. Aspectos de la morfología y fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su relación con el rendimiento. Colegio de Post-Graduados. Centro de Botánica, Montecillo, México. 44 pág.
- ✓ Laguna, R. 1989. Efecto de tratamiento de semilla sobre la incidencia de tizón común (*Xantomonas campestris* pv *phaseoli*) en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Trabajo de Diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 24 pág.
- Lindblad, C. y L. Druben. 1984. Almacenamiento del grano, manejo, secado, silos, control de insectos y roedores. Editorial Concepto, S. A. México. D. F. 331 pág.
- ✓ Moreno, E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM. México, D.F. 383 pág.
- ✓ Ospina, H. 1984. Morfología de la planta de frijol (*P. vulgaris* L.) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 50 pág.
- ✓ Rava, C. 1991. Producción artesanal de semilla mejorada de frijol. Proyecto FAO/TCP/Nic/8956 (E) FAO-MAG. Nicaragua. 120 pág.

- ✓ Sarukhan, J. 1984. Prólogo. //: E. Moreno. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM. México, D.F. 383 pág.
- ✓ Schwartz, F. y G, Gálvez. 1980. Problemas de producción del frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 424 pág.
- Schweitzer, L.R 1972. Reduction in seedling vigor and changes in metabolism during germination related to chemical abuse of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed. Ph. D. Dissert. Michigan State University. 10 pág.
- ✓ Tapia, H. 1987. Manejo de malas hierbas en plantaciones de frijol en Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Dirección de Investigación y Postgrado. 20 pág.
- ✓ Tapia, H. 1986. Producción artesanal de semilla de frijol común de buena calidad. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 27 pág.
- ✓ Tapia, H. y A. Camacho. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en la labranza cero. GTZ. Managua, Nicaragua. 417 pág.
- ✓ Walter, A. 1992. La bella y los frijoles. //: Geneflow. Una publicación sobre los recursos fitogenéticos de la tierra. IBPGR. CIAT, Cali, Colombia. 19 pág.