



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

**DIPLOMADO EN CALIDAD INOCUIDAD Y
TRAZABILIDAD DE
PRODUCTOS AGRÍCOLAS**

**Revisión bibliográfica sobre prácticas
adecuadas en el manejo del cultivo del
frijol (*Phaseolus vulgaris* L)**

AUTORES:

**MSc. Lester Antonio Pupiro Martínez
Ing. Wilfredo Somarriba.**

**MANAGUA, NICARAGUA
FEBRERO, 2012**

NO SOMOS AVES

PARA VIVIR DEL AIRE

NO SOMOS PECES

PARA VIVIR DEL MAR

SOMOS HOMBRES

PARA VIVIR DE LA TIERRA.

BENARDINO DIAZ OCHOA
(NICARAGÜENSE)

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| III. DESARROLLO | 4 |
| 3.1 Lombricultura | 4 |
| 3.1.1. Definiciones de lombricultura | 4 |
| 3.1.2. Especies de lombrices..... | 5 |
| 3.1.4. Alimentación para las lombrices | 6 |
| 3.1.5. Características del humus de lombriz..... | 6 |
| 3.1.6. Composición química del humus de lombriz | 7 |
| 3.1.7. Dosis de humus en algunos cultivos | 8 |
| 3.2. El cultivo del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) | 9 |
| 3.2.1 Origen e importancia | 9 |
| 3.2.2. El frijol en el mundo..... | 10 |
| 3.2.3. Clasificación taxonómica | 11 |
| 3.2.4 Descripción morfológica | 11 |
| 3.2.5. Fenología, fases y etapas de desarrollo | 14 |
| 3.2.6. Aspectos edafoclimáticos | 15 |
| 3.2.7. Variedades cultivadas en Nicaragua | 17 |
| 3.2.8. Preparación de suelos | 18 |
| 3.2.9 Siembra..... | 18 |
| 3.2.10. Riego..... | 20 |
| 3.2.11 Fertilización orgánica..... | 21 |
| 3.3. Principales organismos nocivos | 22 |
| 3.3.1. Principales plagas insectiles. Su Manejo..... | 22 |
| 3.3.2. Principales enfermedades del frijol. Su manejo. | 24 |
| 3.3.3. Manejo de Arvenses | 25 |
| 3.3.4. Cosecha..... | 27 |
| 3.3.5. Postcosecha..... | 29 |
| IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 33 |
| V. BIBLIOGRAFIA | 34 |

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) es originario de América y considerado el más difundido entre las más de 300 especies que se conocen. Crece en los trópicos, subtrópicos y zonas templadas (MAG, 2011). Se estima que en el mundo se siembran alrededor de 24.13 millones de hectáreas de frijol, con una producción promedio de 18 millones de toneladas métricas, destinadas al consumo como grano (Fernández et al., 2004 y SAGARPA, 2011).

En América Latina se producen más de 4 millones de toneladas de frijol al año, lo cual equivale al 88% de lo que se produce en las regiones tropicales del mundo (Murguido, 2005). En Nicaragua se siembran 550 000 ha con una producción promedio de 29 700 ton para un rendimiento promedio 0.54 t/ha. Del total de área cosechada el 99.6% corresponden al frijol rojo y solamente el 0.4% al frijol negro (MAGFOR, 2011).

Nicaragua por sus características edafoclimáticas, representa a nivel centroamericano el país con mayor potencial para la producción de frijol. Es cultivado generalmente por pequeños productores sin recursos y en suelos con baja fertilidad, produciéndose en casi todo el territorio nacional y la mayoría de las áreas se establecen en zonas de altas laderas hasta un 40%. Las siembras están definidas por los periodos lluviosos, los cuales determinan tres épocas de siembra primera, postrera y apante (Vázquez et al. 2010).

Todos los frijoles tienen propiedades medicinales beneficiosas, por lo que su uso frecuente en la alimentación ayuda a mantener la buena salud, ya que es una fuente importante de proteínas, carbohidratos, hierro, aminoácidos, y vitaminas. En Nicaragua es un alimento indispensable en el menú, siendo el frijol rojo el más común en las comidas criollas (Encarta, 2008).

Según Camargo et al., (2000) dicho cultivo es afectado por un número considerable de organismos nocivos. En Nicaragua entre los principales insectos fitófagos se encuentran: Mosca blanca (*Bemisia spp*), Saltahojas (*Empoasca kraemeri* Roos y Moore), *Thrips spp* y los Crisomélidos (*Diabrotica balteata* LeConte y *Andrector ruficornis* Oliv).

Entre las principales enfermedades tenemos: Roya (*Uromyces phaseoli* Pers), Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* Sacc), Mustia Hilachoza (*Tanatephorus cucumeris* (Frank) Donk), Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris), Virus del mosaico dorado (BGMV) y Virus del mosaico común (BCMV).

Se incluyen además una serie de plantas indeseables tales como: Invasor (*Sorghum halepense* (L) Pers), Coyolillo (*Cyperus rotundus* L), Bledo (*Amaranthus dubius* M), Pata de gallina (*Eleusine indica* L), Arrocillo (*Echinochloa colona* L), Escoba lisa (*Sida acuta*), Flor amarilla (*Baltimora recta*) y Caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lork) Claiton), entre otras (Alfonso et al. 2000 y Murguido, 2000).

Los agricultores han utilizado indiscriminadamente los fertilizantes químicos, olvidando las prácticas de restituir la salud del suelo mediante la incorporación de restos de cosechas o de la materia orgánica elaborada. Una vía para aminorar el empobrecimiento de los suelos lo constituye la utilización de abonos orgánicos como lo es el humus de lombriz, el cual ha sido aplicado en varios cultivos obteniéndose resultados significativos (Machado, 2000).

En los últimos años ha crecido el interés de los agricultores por fomentar la lombricultura, debido al rol que desempeñan las lombrices en la transformación de los residuos orgánicos contaminantes en humus de lombriz, un abono insustituible para el mejoramiento de los suelos y la nutrición de las plantas (Cuesta, 2002). Por su parte Humusell (2011) plantea que está considerado como el mejor y más completo fertilizante del mundo y que se conoce comercialmente como la "magia negra".

Existen pocos trabajos que interrelacionen el desarrollo de este cultivo y la presencia de algunas poblaciones de organismos nocivos bajo los efectos de una fertilización orgánica, por lo que sería interesante el estudio del mismo.

II. OBJETIVOS

- Analizar prácticas de manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de frijol que representen potencialidad para su uso en zonas de ladera.
- Identificar prácticas de manejo de la fertilidad y fertilización de suelos para la producción de frijol en zonas marginales
- Identificar prácticas de manejo de cosecha y postcosecha aplicables a sistemas de BPA del cultivo de frijol

III. DESARROLLO

3.1 Lombricultura

La acción benéfica de las lombrices y su relación con la fertilidad del suelo es un hecho históricamente conocido por diversas civilizaciones.

En el antiguo Egipto los Faraones las consideraban “ animales sagrados ” y preveían castigos muy severos para quienes las dañaran. También atribuían la excepcional fertilidad del Valle del río Nilo a la población de lombrices, a tal punto que Cleopatra las declaró seres sagrados sin que pudiesen ser removidas del suelo para no ofender al Dios de la fertilidad.

Los griegos también conocían los beneficios de las lombrices en la agricultura, por lo que el sabio Aristóteles no dudó en calificar a la lombriz como una especie de intestino del suelo al observar de manera minuciosa la acción de este pequeño anélido dentro de su medio.

Los romanos también apreciaban a las lombrices, aunque no es hasta el siglo XIX cuando el eminente biólogo Charles Darwin en 1881, padre de la teoría de la evolución de las especies, dedicó más de 10 años al estudio de la estructura, alimentación y vida de las lombrices de tierra y fue el primero en demostrar la función que desempeñan en la naturaleza mediante su libro “ La transformación de la tierra vegetal por la acción de las lombrices ” Esta obra marcó el inicio de una serie de investigaciones que hoy han transformado la lombricultura en una actividad zootécnica muy importante que permite mejorar la producción agrícola (Martínez et al. 2003).

3.1.1. Definiciones de lombricultura

La lombricultura se define como la crianza tecnológica para el manejo de las lombrices, con la finalidad básica de producir abono orgánico de alta calidad para mejorar las condiciones físico - químicas y biológicas de los suelos y como fuente de proteína para la alimentación animal y humana, a partir de residuos orgánicos biodegradables (Peña, 2000 y Noriega et al. 2001).

Según Martínez et al. (2003) la lombricultura es una técnica que permite la transformación de los residuales sólidos orgánicos por medio de la acción combinada de las lombrices y microorganismos del suelo, permitiendo aprovechar y transformar prácticamente todos los residuales sólidos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, ganaderas, agroindustriales y urbanas, obteniéndose un abono orgánico de alta demanda a un bajo costo de producción conocido como humus de lombriz, además de proteína animal.

La lombricultura es una biotecnología que utiliza a especies domesticadas de lombrices, recicla todo tipo de materia orgánica, obteniendo humus, carne y harina de lombriz. Se trata de una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola, es un negocio en expansión y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de las zonas rurales (Infoagro, 2011).

Se entiende por lombricultura a las diversas operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices, así como la transformación por medio de éstas de estiércoles de animales, en precioso abono orgánico (Espinoza, 2005).

3.1.2. Especies de lombrices

Según Peña (2000) y Espinoza (2005) en el mundo existen más de 8000 especies de lombrices, pero sólo unas 10 ó 12 de ellas pueden servir para la lombricultura. En Cuba las especies más utilizadas son: Roja africana (*Eudrilus eugeneae*) y Roja californiana (*Eisenia foetidae*).

La roja africana: es de color oscuro, su engrosamiento (clítelo) se encuentra más craneal, su cola es redonda y de color blanquecino y mide aproximadamente de 15 a 20 cm. No son muy resistentes a condiciones adversas cuando no se les da su medio o hábitat recomendado, ellas emigran y por lo general mueren. Pero en condiciones óptimas se reproduce más rápido que la californiana y genera más abono.

La roja californiana: es de color rojo púrpura, su engrosamiento (clitelo) se encuentra un poco céntrico, su cola es achatada, de color amarillo y mide aproximadamente de 8 a 10 cm., son muy resistentes a condiciones adversas del medio.

A mediados de los años 40 en Estados Unidos se comenzó la cría intensiva de lombrices con el fin de obtener humus. Inicialmente se utilizó la especie Roja californiana (*Eisenia foetidae*), la cual por razones de crianza, reproducción y por la variedad de residuos orgánicos que ingiere, ha resultado ser la especie más adecuada para la lombricultura (Espinoza, 2005 y Martínez et al. 2003).

3.1.4. Alimentación para las lombrices

Para la alimentación de las lombrices se recomienda cualquier tipo de materia orgánica en descomposición tales como: estiércol de diferentes animales (bovino, equino, caprino, conejo etc), residuos agrícolas (residuos de cosechas, hojas, tallos, yerbas, semillas y cáscaras) agroindustriales (pulpa de café, bagazo de caña, papel y cartón sin tinta, aserrín que no sea de madera roja) y urbanos (basura de la casa, residuos de comida etc), excepto cristales, metales, plásticos y gomas y así lograr los requerimientos nutricionales de dichos anélidos (Ferruzzi, 2001 y Peña, 2000).

Según Pupiro (2005) a partir de la mezclas de estiércol vacuno y *leucaena leucocephala*, se obtiene un humus de óptima calidad el cual puede ser usado como complemento o sustituto de la fertilización química.

3.1.5. Características del humus de lombriz

- Fertilizante orgánico por excelencia de color café a negro, granulado, suave, inodoro y neutro de fácil obtención y manejo (Lombricultivos, 2011).

- Es un abono orgánico completo e integral, rico en calcio, 5 veces más rico en nitrógeno, 11 veces más rico en potasio, 7 veces más rico en fósforo y 3 veces más rico en magnesio que el suelo donde viven y se alimentan (Arakis, 2011).
- Aporta cantidades equilibradas de nutrientes, mejorando la salud de la planta, haciéndola más resistente a los organismos nocivos (Vázquez et al. 2004).
- Posee una alta concentración de fitohormonas y enzimas que regulan y estimulan el crecimiento de cada uno de los órganos de las plantas (Lombricultura, 2011).
- Mejora las propiedades físico - químicas y biológicas del suelo (Paneque y Calaña, 2004).
- Aumenta en un 90% el crecimiento y floración de algunos cultivos, siendo directamente asimilable para las plantas e insustituible (Agrotierra, 2011).
- Constituye una solución a los problemas del uso de fertilizantes químicos, ya que no contamina el medio ambiente y no existe peligro de sobredosis (Encarta, 2011).
- Contienen macroelementos en cantidades 5 veces superior a la de cualquier terreno fértil (Gratisweb, 2011).
- Las sustancias minerales son liberadas lentamente, suministrando a la planta una fuente constante de alimentación durante todo el periodo vegetativo (Martínez et al. 2003).

3.1.6. Composición química del humus de lombriz

Según Agroconection (2011) la composición química del humus de lombriz es la siguiente: nitrógeno (1.95 – 4 %), fósforo (0.5 - 1.8 %), potasio (1.07 - 1.5%), calcio (2.70 - 4.8%), hierro (1%), cobre (1%), zinc (1%), magnesio (1%), manganeso (1%), carbono orgánico (20 - 35%), relación carbono/nitrógeno (9 - 12%), ácidos húmicos (5 – 7%), ácidos fúlvicos

(9 - 8%), materia orgánica (50 – 70%), pH (6.7 - 7.5%) y microorganismos benéficos (5×10^9).

3.1.7. Dosis de humus en algunos cultivos

En viandas se utilizan (7-10 t/ha), en hortalizas (4-8 t/ha), en granos (2-8 t/ha), en tabaco (4 t/ha), cafeto (250g/kg de suelo) y en flores (20-50g/planta), aunque se puede aplicar cualquier dosis tanto por aspersión foliar o directamente al suelo, sin ningún riesgo de quemar las plantas jóvenes, ya que la composición química del humus de lombriz es tan equilibrada y armoniosa que permite colocar una semilla directamente sin ningún peligro (Ecuagro, 2011).

Gurídi (2000) plantea que el uso de alternativas de materia orgánica como el humus de lombriz en combinación con las micorrizas, permiten obtener sustratos eficientes para la producción de posturas de cafeto con indicadores morfológicos y fisiológicos semejantes a las posturas obtenidas con fórmula completa de fertilizante mineral.

Según Funes et al. (2001) la producción de humus de lombriz se ha incrementado en el país, ya que logra suplir las necesidades de fósforo en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) aplicándolo localizadamente en cantidades relativamente pequeñas (2.5 – 5 t/ha).

Pupiro (2001) estudió el efecto de distintas dosis de humus de lombriz (2t/ha, 4t/ha, 6t/ha y 8t/ha), en las principales plagas insectiles y el rendimiento en el cultivo del frijol, obteniendo diferencias significativas en los tratamientos, siendo la dosis de 8t/ha la de mejores resultados (menor incidencia de plagas insectiles y mayor rendimiento del cultivo).

3.2. El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L)

3.2.1 Origen e importancia

El frijol común tiene su origen en el nuevo mundo, siendo llevado al viejo mundo por los españoles como planta ornamental. Se considera uno de los cultivos más antiguos, según hallazgos arqueológicos en México y Sur América data de 5000 años a.n.e. (Alfonso et al. 2000).

La generalización del cultivo del frijol en el viejo mundo, se debió principalmente a su adaptación a diferentes climas y a la aceptación en la dieta alimentaria de algunos países europeos. Fue así como el frijol adoptó nombres y tierras, conquistó mesas y paladares para enriquecer la dieta del mundo entero (Sánchez et al. 2001).

Actualmente ocupa un lugar importante a nivel mundial en la economía, en la alimentación y en el área cultivada, extendiéndose su producción a los 5 continentes, constituyendo un complemento indispensable en la dieta alimenticia principalmente en Centro, Sur América, el Lejano Oriente y África (Alfonso et al. 2000 y Fernández et al. 2004).

En Nicaragua constituye un elemento básico en la dieta, no sólo por su valor alimenticio, sino por la tradición de su consumo. Ha sido cultivado por muchos años, siendo los granos de color rojos los más apreciados por la población, aunque los de color negro por el bajo precio han tenido una muy buena aceptación y los de color blanco son también consumidos, pero en menor cantidad (Alfonso et al. 2000 y Fernández et al. 2004).

Es la leguminosa alimenticia más importante para más de 300 millones de personas, además de ser una fuente de ingresos para millones de pequeños agricultores de escasos recursos (CIAT, 2004 y CIAT, 2005). Posee un alto contenido de proteínas (22 - 28%), vitaminas, minerales y fibras solubles (pectinas); los cuales poseen efectos en la prevención de la obesidad, enfermedades del corazón y del tubo digestivo. Es por ello que importantes instituciones médicas a nivel mundial vienen promoviendo su consumo (Parents, 2003).

Contiene más del doble de proteínas que los cereales y equivalentes cantidades de carbohidratos, es rico en micronutrientes esenciales como el calcio y el hierro. Posee un porcentaje relativamente bajo de grasas, siendo su valor energético elevado, por lo que los nutricionistas lo consideran un alimento casi perfecto (CIAT, 2005 y Fernández et al. 2004).

3.2.2. El frijol en el mundo

La producción de frijol a nivel mundial es baja si se compara con granos como el trigo, maíz y arroz, representando solamente el 1%. A pesar de esto su producción en algunos países es muy importante, ya que forma parte de la dieta de la población (Sánchez et al. 2001).

El consumo del frijol se está extendiendo por todo el mundo. La superficie mundial ascendió a 24.7 millones de hectáreas destacándose la India con 7.1 millones, Brasil con 4.15 millones y México en tercer lugar con 1.9 millones de hectáreas cosechadas. La India es por tanto el primer lugar en lo que se refiere a superficie cosechada y el segundo en la producción del frijol; sin embargo, su rendimiento es sumamente bajo, de 0.36 t/ha.

La producción a nivel mundial, es de 17.9 millones de toneladas métricas y el rendimiento promedio a mundial de 0.7 t/ha. Se destacan por sus favorables rendimientos, en primer lugar Estados Unidos con 1.8 t/ha, seguido por Indonesia y Canadá con 1.6 t/ha y China con 1.1 t/ha (Sagarpa, 2011).

Vázquez et al. (2010) en Nicaragua se obtienen rendimientos de medios a bajos, debido en gran medida a la tecnología de producción con bajos insumos, a la falta de variedades tolerantes para esas condiciones y al elevado número de organismos nocivos, el rendimiento promedio oscila entre 0.3 - 0.4 t/ha.

Sagarpa (2011) plantea que las exportaciones mundiales se concentran en: Myanmar, China, Argentina y Canadá. Estas naciones aportan en conjunto el 84% del total de las ventas externas del planeta. Se destaca Myanmar, que contribuyó con la tercera parte del total mundial, lo que representó el 70% de su producción. Los principales países importadores de

frijol en el mundo, son: la India, Estados Unidos, Japón, Brasil, México y Reino Unido. Estados Unidos se ha convertido en un comprador relevante de frijol, por la creciente población latina que concentra y que demanda este producto.

3.2.3. Clasificación taxonómica

División: Angiosperma
Clase: Dicotyledoneae
Orden: Rosales
Familia: Fabaceae
Tribu: Phaseoleas
Género: Phaseolus
Especie: *Phaseolus vulgaris* L

Sánchez et al. (2001) y Fernández et al. (2004).

3.2.4 Descripción morfológica

✓ Raíz

El sistema radical del frijol está compuesto por una raíz principal, así como por un gran número de raíces secundarias y raicillas (Fernández et al. 2004).

Según Encarta (2011) la raíz del frijol presenta un crecimiento rápido, su mayor desarrollo se produce cerca de la superficie del suelo de 20 - 30 cm de profundidad y en condiciones favorables pueden alcanzar más de 1 metro de longitud y de 15 - 30 cm laterales.

Socorro y Martín (1989) plantean que en ella se forman los nódulos radicales, formados por la simbiosis nodular bacteriana del género *Rhizobium* que tiene como función principal fijar nitrógeno atmosférico. El desarrollo de las raíces varía no sólo con la especie y variedad, sino también con las características físico - químicas de los suelos.

✓ Tallo

El tallo es el eje central de la planta, el cual está formado por nudos y entrenudos, tiene un diámetro mayor que las ramas, puede ser erecto o semiprostrado, según el hábito de crecimiento, pero tiende a ser vertical. En cada nudo se encuentra una estípula, una hoja y en la axila, una estructura vegetativa (rama) o reproductiva (inflorescencia) (Encarta, 2011).

Según Fernández et al. (2004) En la planta con hábito de crecimiento determinado el número de nudos generalmente es bajo, mientras que en las de crecimiento indeterminado es mayor, ya que en la fase reproductiva, el tallo continua creciendo. Su altura es variable, según sea el tipo determinado o indeterminado. En las del tipo determinado el tallo termina en una inflorescencia y la planta es del tipo enano (de 20 - 60 cm), mientras que en las plantas del tipo indeterminado no produce inflorescencia en la yema terminal y logra alcanzar una longitud considerable (de 2- 10 m), alcanzando su máximo desarrollo por medio del empleo de un tutor o también de un cultivo asociado. Socorro y Martín (1989) plantea que en lo que respecta a la pigmentación podemos encontrar tres colores fundamentales: verde, rosado y morado.

✓ Ramas

La planta de frijol es por naturaleza muy ramificada. Las ramas principales pueden tener a la vez ramas laterales. La ramificación es muy reducida en las partes terminales del tallo o de las ramas, en estas partes el desarrollo tiende a ser reproductivo (Encarta, 2011).

✓ Hojas

Las dos primeras hojas que crecen no son las típicas del frijol, ya que las hojas típicas de frijol son compuestas trifoliadas (Encarta, 2011).

Según Apades (2005) las hojas por su posición en el tallo se clasifican como alternas de gran tamaño y de forma ovalada. En la base del pedúnculo se pueden diferenciar dos pequeños órganos llamados estípulas. La textura puede ser lisa o con superficie irregular. El color varía de verde normal a verde amarillento.

✓ **Inflorescencia**

La inflorescencia puede ser axilar o terminal, se considera un racimo principal compuesto de racimos secundarios, el que tiene tres partes principales, el eje de la inflorescencia, compuesto de pedúnculo y raquis, las brácteas primarias y los botones florales. En las variedades de crecimiento indeterminado todas las inflorescencias son del tipo axilar y en las de crecimiento determinado son del tipo terminal (Fernández et al. 2004).

La flor es típica papilionácea, su coloración puede ser blanca, blanca amarillenta, rosada, púrpura o violeta. El inicio de la floración varía de acuerdo a la variedad, siendo las que presentan mayor período de floración, las que alcanzarán mayores rendimientos (Fernández et al., 2004). Según Apades (2011) la morfología de la flor favorece su autopolinización, ya que la misma es hermafrodita.

✓ **Fruto**

Es una legumbre que presenta dos valvas, compuestas por semillas, las cuales pueden ser de diversos colores, existiendo diferencias entre las legumbres más jóvenes, las maduras y las completamente secas (Encarta, 2011).

Según Apades (2005) en las variedades del tipo determinado todas las legumbres maduran al mismo tiempo, lo que permite planificar la cosecha de toda la plantación, no siendo así para las variedades de crecimiento indeterminado, por tanto la cosecha en esta última no puede ser mecanizada.

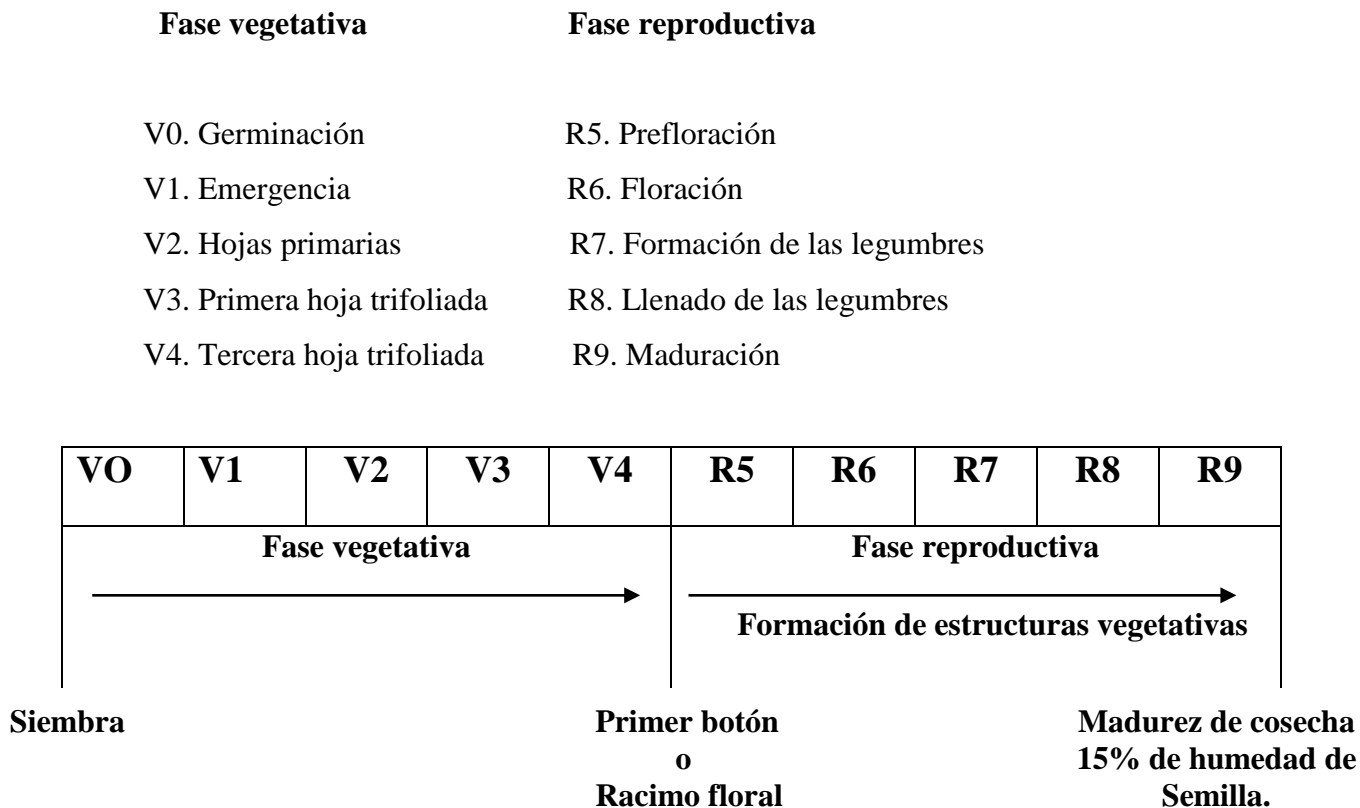
✓ **Semillas**

Los granos o semillas del frijol tienen amplia variación de colores, formas y tamaños, lo cual está en dependencia de la variedad, generalmente son elípticas o reniformes, aunque también pueden ser oblongas y esféricas (Fernández et al. 2004).

3.2.5. Fenología, fases y etapas de desarrollo

Fase vegetativa: Se inicia cuando se le brinda a la semilla las condiciones para iniciar la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las variedades de crecimiento determinado o los primeros racimos en las variedades de crecimiento indeterminado. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva.

Fase reproductiva: Se encuentra comprendida entre el momento de aparición de los botones florales o los racimos y la madurez de cosecha. En las variedades de crecimiento indeterminado continúa la aparición de estructuras vegetativas cuando comienza dicha fase, por lo cual es posible que una planta esté produciendo simultáneamente hojas, ramas, tallos, flores y legumbres. A lo largo de estas fases se han diferenciado 10 etapas, las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes y forman la escala de desarrollo de la planta (Infoagro, 2011).



3.2.6. Aspectos edafoclimáticos

❖ Factor edáfico

Los factores facilitan el medio de sostén y de nutrición, para este cultivo se requieren de suelos profundos y fértiles con un pH entre 6.5 – 7.5, de buen drenaje interno y superficial, con buena proporción de materia orgánica que ayude a la fertilidad, pero a su vez deben tener una capacidad de retención de agua que satisfaga los requerimientos del cultivo y que al mismo tiempo puedan evacuar el exceso que se acumule (MAG, 2011).

❖ Factores climáticos

✓ Temperatura

La temperatura óptima para el desarrollo de la planta es de 18 - 24 °C, aunque por cada fase de desarrollo existen rangos óptimos de temperatura (Fernández et al. 2004). Según Cabrera (2000) las bajas temperaturas retardan el desarrollo de la planta, mientras que las altas temperaturas producen aborto de las flores, aumento de la tasa de evapotranspiración y ocasionan marchitamiento del follaje y si éstas son mantenidas por un tiempo prolongado, ocurren daños irreversibles.

✓ Humedad

Se considera que influyen en este cultivo tanto la humedad atmosférica como la humedad edáfica, la primera de manera directa e indirecta, ya sea afectando la transpiración, la fotosíntesis y la respiración o propiciando un medio adecuado para el desarrollo de patógenos. Los valores de la misma deben fluctuar alrededor de 60 a 70%.

La segunda puede influir positiva o negativamente sobre el desarrollo del cultivo (Fernández et al. 2004).

✓ **Luz**

La luz como factor climático representa un elemento importante en el cultivo del frijol, ya que tiene gran implicación en la productividad del frijol, aunque su efecto sobre la planta resulta difícil de determinar en forma aislada dada su estrecha vinculación con otros factores, se sabe que su acción condiciona el crecimiento y desarrollo de la planta, por constituir la fuente de energía para los procesos fotoquímicos que regulan los procesos fisiológicos de las plantas (Socorro y Martín, 1989).

✓ **Precipitaciones**

El agua constituye un factor limitante para la obtención de altos y estables rendimientos en el frijol. Las siembras están definidas por los periodos lluviosos, los cuales determinan tres épocas de siembra: primera (15 de mayo – 15 de junio) postrera (15 – 30 de septiembre) y apante (Alfonso et al. 2000).

Según MAG (2011) para dicho cultivo una cantidad de agua entre 300 y 400 mm, incluyendo riego y precipitaciones, producen el máximo rendimiento del frijol. Las etapas más susceptibles a la deficiencia de agua son: floración, formación y llenado de las legumbres. El exceso de humedad afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de gran número de enfermedades.

✓ **Viento**

Cuando el viento alcanza determinadas velocidades impide la realización correcta de determinadas labores, tales como: la aplicación del riego por aspersión, la fertilización y la aplicación de productos fitosanitarios. A altas velocidades tienen influencia negativa, ya que pueden producir quemaduras en el follaje, aumento de la transpiración y volcamiento de las plantas (Socorro y Martín, 1989).

3.2.7. Variedades cultivadas en Nicaragua

Los agricultores utilizan anualmente variedades locales con características aceptables de adaptación al clima y suelos, no exigen altas aplicaciones de fertilizantes, buen sabor en la cocción, color de grano rojito claro y buen precio en el mercado local. No obstante, son más susceptibles a las plagas y enfermedades comunes de la zona y tienen poco potencial productivo, lo cual repercute en los bajos rendimientos (10-15 qq/mz).

La selección de la variedad a sembrar permite obtener rendimientos deseados. Entre los criterios que se deben tomar en cuenta para la selección de la variedad se destaca los siguientes:

- Que se adapte a las condiciones agroecológicas de la zona en donde se va a producir.
- Que presente tolerancia a las enfermedades comunes de la zona.
- Que se conozca su origen.
- Que tenga amplia aceptación tanto por los productores como del mercado.

Tabla 1. Variedades de frijol y sus características

| Variedades | Color | | | Hábito de crecimiento | Potencial de rend (qq/mz) | Días | |
|-----------------------------------|------------|------------------|--------|-------------------------|---------------------------|-----------|---------|
| | Semilla | Vaina | Flor | | | Floración | Cosecha |
| Mejoradas | | | | | | | |
| INTA Rojo | Rojo claro | Crema con rosado | Blanca | Arbustivo de guía corta | 20-30 | 32-34 | 73-75 |
| INTA Matagalpa | Rojo claro | Crema | Blanca | Arbustivo de guía corta | 20-30 | 36-38 | 70-75 |
| Mejoradas en procesos de registro | | | | | | | |
| INTA Santa cruz | Rojo claro | Crema | Blanca | Arbustivo de guía corta | 20-30 | 34-35 | 70-75 |

| Variedades | Color | | | Hábito de crecimiento | Potencial de rend (qq/mz) | Días | |
|---------------------|------------|-------|--------|-------------------------|---------------------------|-----------|---------|
| | Semilla | Vaina | Flor | | | Floración | Cosecha |
| INTA Samorano | Rosada | Crema | Blanca | Arbustivo de guía corta | 20-30 | 35-37 | 68-70 |
| INTA Biofrotificado | Rojo claro | Roja | Blanca | Arbustivo de guía larga | 20-25 | 33-35 | 68-70 |
| INTA Seda | Rojo claro | Roja | Blanca | Arbustivo de guía corta | 20-25 | 33-35 | 68-70 |

(Vázquez et al. 2010).

3.2.8. Preparación de suelos

El objetivo principal de la preparación de suelo es facilitar un lecho adecuado para que la semilla germine satisfactoriamente, de modo que la pequeña planta brote y que su sistema radical se establezca sin limitaciones (MAGFOR, 2011). Para la preparación de suelo, se debe tomar en cuenta el tipo de siembra a utilizar si es arado con bueyes o al espeque en ambos casos es importante la realización de obras de conservación de suelo y agua como siembras a curvas a nivel, incorporación de materia orgánica como lo es el humus de lombriz y barreras vivas, ya que la mayoría de los productores siembran en zonas de alta pendiente. Se debe evitar la quema en vista de que causa daños considerable a la estructura y fertilidad del suelo y es uno de los factores que contribuye al bajo rendimiento en el cultivo (Vázquez et al. 2011).

3.2.9 Siembra

Antes de la siembra es necesario realizar una prueba de germinación para conocer la calidad y porcentaje de germinación de la semilla a utilizar y evitar perdida de mano de obra, insumos, semilla y tiempo. Por lo general existen dos tipos de siembra:

Siembra con espeque: Consiste en la utilización de una vara larga con una punta metálica al extremo que sirve para facilitar la rotura del suelo para depositar manualmente las semillas, es

característico principalmente en áreas de laderas mayores al 30% de pendiente. Sin embargo, para la producción de semilla es importante seleccionar áreas con pendientes menores al 15%. Este tipo de siembra es un método de producción intensivo en el uso de agroquímicos y de la tierra y produce mayor erosión.

Siembra de arado con Bueyes: Es el más recomendado, porque facilita realizar todas las labores de aplicación e incorporación de fertilizantes durante la siembra en este caso el humus de lombriz, control de arvenses y aplicaciones para el manejo de las plagas y enfermedades. Consiste en abrir el surco de siembra ya sea en terrenos planos o laderas menores al 15% por medio de arados manuales. El rayado de surcos de siembra se debe hacer tomando en cuenta las curvas a nivel para evitar la erosión de suelo. Seguidamente en el fondo del surco se coloca el fertilizante en este caso el humus de lombriz y el insecticida granulado si se detecto incidencia de plagas de suelo y después de taparlos ligeramente se colocan la semilla (Vázquez et al. 2011).

Tabla 2. Distancia y densidades de siembras recomendadas

| Tipo de siembra | Densidad (Plan/mz) | Distancia (cm) | | Profun. siembra (cm) | Nº de semillas | | Cant. de semillas (Lbs/mz) |
|-----------------|--------------------|----------------|--------|----------------------|----------------|-----------|----------------------------|
| | | Surco | Planta | | Por metro | Por golpe | |
| Espeques | 125,000-150,000 | 50 | 30* | 5 | 9 | 2-3 | 60-65 |
| Bueyes | 150,000-170,000 | 60 - 70 | 8 | 5 | 13-15 | - | 70-75 |

La densidad de población alta es un factor importante para lograr altos rendimientos, debido a que permite un buen aprovechamiento de los nutrientes y está en dependencia de la variedad, la distancia de siembra y la calidad de la semilla. La profundidad de siembra está en dependencia del tipo de suelo. En los suelos arcillosos es de 2 - 3 cm y en los arenosos entre 3 - 5 cm. La época de siembra depende de las condiciones climáticas locales. En la mayoría de los casos, está determinada por la presencia de lluvias. En Nicaragua existe dos épocas de siembra bien definidas primeras y postreras.

Época de Primera: Comprende el período del 15 de mayo al 15 de junio. Es importante sembrar a tiempo para que la cosecha coincida con el periodo seco, ideal para obtener calidad de semilla.

Época de Postrera: Comprende el período del 15 Septiembre al 15 Octubre. Se debe tomar en consideración el nivel de precipitaciones en la parte final del período lluvioso. Si estas son escasas como ha ocurrido en los últimos 3 años, se recomienda el uso de variedades de ciclo corto a fin de evitar falta de humedad en la etapa de formación de semilla o llenado de las legumbres (Fernández et al. 2004).

Época de Apantes: Comprende los meses de Enero – Febrero y está definida para las zonas de Rio San Juan, Cárdenas y la RAAN.

3.2.10. Riego

La sequía es una amenaza generalizada para la agricultura y una causa común de la pérdida de los cultivos y del hambre. Puede afectar cerca del 60% de la producción mundial de frijol. En América Latina, una importante región productora, alrededor de 3 millones de hectáreas sufren de sequía, entre moderada y severa durante casi todo el año. Los métodos que se pueden emplear son el riego superficial y el riego por aspersión. El riego para dicho cultivo es determinante desde la siembra hasta la germinación y durante la floración hasta la fructificación (CIAT, 2002).

El primer riego se realiza inmediatamente después de la siembra (antes de las 48 horas), tratando de humedecer el suelo de forma uniforme para garantizar la germinación de todas las semillas sembradas, la norma neta que se recomienda aplicar en este tipo de riego es de 250 a 350 m³/ha. El segundo riego debe realizarse 3 ó 4 días después del primero y tiene como objetivo garantizar la total brotación del campo. Debe ser un riego ligero con una norma no mayor a 150 m³/ha (Fernández et al. 2004).

El resto de los riegos deben programarse de acuerdo con las recomendaciones establecidas para la producción. Las normas netas totales promedio deberán estar comprendidas entre 3500 y 4800 m³/ha para las variedades de ciclo corto (80-100 días) y los 4000 y 6000 m³/ha para las variedades de ciclo largo (de 100 - 120 días). Estudios realizados tanto en Cuba como en otros países indican que la etapa más crítica en cuanto a la demanda de agua es la comprendida entre la floración y la fructificación (Socorro y Martín, 1989 y Cabrera, 2000).

3.2.11 Fertilización orgánica

Debido a los altos y estables rendimientos que se desea obtener en el frijol y considerando los altos precios de fertilizantes minerales en el mercado internacional, surge la necesidad de buscar alternativas que viabilicen la producción bajo el concepto de factibilidad económica demostrando la obtención de mejores rendimientos y mejor calidad del grano, así como un mejor aprovechamiento de los recursos existentes en las fincas de productores que están produciendo abono orgánico a partir de lombrices de tierra, destacándose este como un extraordinario fertilizante orgánico ya que posee características nutritivas especiales para la vida, crecimiento, desarrollo y productividad de los cultivos, capaz de enriquecer y regenerar los suelos degradados (Cárdenas, 2005).

El cultivo del frijol crece en todos los tipos de suelos, pero se da mejor en suelos sueltos y enriquecidos con materia orgánica. Una de las alternativas para resolver los problemas físico - químicos y biológicos de los suelos es la adición de materia orgánica. La aplicación de suficiente abono orgánico de buena calidad ejerce un efecto directo y residual notable en el rendimiento del frijol, a diferencia del fertilizante mineral que escasamente lo ejerce (Cabrera, 2000).

La aplicación de abonos orgánicos, además de ser una fuente de nutrimentos, mejora significativamente las condiciones físicas y biológicas de los suelos. Su utilización constituye una vía factible para obtener rendimientos aceptables cuando no se cuenta con fertilizantes minerales. Si se dispone de alguna fuente orgánica lo más beneficioso es hacer una aplicación localizada, teniendo en cuenta que el frijol es un cultivo de ciclo corto (Alfonso et al. 2000).

La utilización de humus de lombriz en el cultivo del frijol, es una opción efectiva para incrementar la producción tanto en cantidad como en calidad, disminuye la erosión de los suelos, evitando la contaminación de los mantos freáticos y mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y la no contaminación del medio ambiente. Debe destacarse que precisa de muy bajos costos de producción siendo una alternativa al uso de fertilizantes químicos, garantizando el equilibrio necesario de nutrientes en las planta.

3.3. Principales organismos nocivos

3.3.1. Principales plagas insectiles. Su Manejo

La producción de frijol es afectada por un gran número de organismos nocivos que disminuyen el rendimiento, la calidad de la semilla y aumentan considerablemente los costos de producción (CATIE, 2005). Según Camargo et al. (2002) las plagas en el cultivo del frijol pueden provocar daños severos del orden hasta el 100 % de las pérdidas en la producción, disminuyendo las cualidades fisiológicas, nutricionales y sanitarias, afectando el precio del producto y su comercialización. Se estima que el 25% de la producción de frijol en Centro América se pierde debido a los daños causados por plagas.

Las plagas son factores que limitan la producción de semilla de frijol debido a que atacan todos los órganos de la planta durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo (crecimiento y reproducción), causando daños directamente y en asociación con agentes patógenos. Su manejo debe estar encaminado más a la prevención. Un eficiente control se logra a través de la implementación de un programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP) que integre prácticas de control cultural, biológico y químico.

Se recomienda que cualquier medida de control este basado en los resultados de muestreo de plagas acorde a los umbrales económicos determinados y para el caso de productos químicos usar aquellos que presenten baja toxicidad y el personal al aplicarlos use todos los medios de protección. El cultivo de frijol puede ser afectado por diferentes plagas que por el tipo de daño, se dividen en plagas del suelo, follaje y legumbres.

Murguido y Vázquez (2002) plantea que el frijol es atacado por insectos en toda la fase de su vida, siendo las etapas fenológicas más críticas: plántula, floración y el llenado de las legumbres. Entre los fitófago más nocivos están: mosca blanca (*Bemisia spp*), saltahojas (*Empoasca kraemeri*), los crisomélidos (*Diabrotica balteata* y *Andrector ruficornis*) y para algunas regiones *thrips spp*.

Tabla 3. Medidas de manejo para las principales plagas insectiles del cultivo del frijol

| MIP | PLAGAS INSECTILES | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|---------------------|--------------------------|
| | <i>Plagas del suelo</i> | <i>Bemisia spp</i> | <i>Empoasca kraemeri</i> | <i>Thrips spp</i> | <i>Crisomélidos</i> | <i>Plagas de almacén</i> |
| <i>Preparación del suelo invirtiendo el prisma</i> | <i>x</i> | | | | <i>x</i> | <i>x</i> |
| <i>Eliminar arvenses de hojas anchas</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> |
| <i>Trampas de colores con o sin feromonas</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | |
| <i>Uso de productos botánicos</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> |
| <i>Uso de productos biológicos</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> |
| <i>Control de la humedad</i> | <i>x</i> | | | | | <i>x</i> |
| <i>Aumento y conservación de enemigos naturales</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | |
| <i>Eliminación de rastrojos</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> |
| <i>Rotación de cultivos</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> |
| <i>Asociación de cultivos</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | |
| <i>Uso de insecticidas granulados al suelo</i> | <i>x</i> | | | | <i>x</i> | |
| <i>Insecticidas de contacto e ingestión</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | <i>x</i> | |

| MIP | PLAGAS INSECTILES | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|---------------------|--------------------------|
| | <i>Plagas del suelo</i> | <i>Bemisia spp</i> | <i>Empoasca kraemeri</i> | <i>Thrips spp</i> | <i>Crisomélidos</i> | <i>Plagas de almacén</i> |
| <i>Insecticidas sistémicos</i> | x | x | x | x | x | |
| <i>Uso de cebos envenenados</i> | x | | | | | x |

3.3.2. Principales enfermedades del frijol. Su manejo.

El cultivo del frijol es afectado por una serie de enfermedades causadas por algunos insectos chupadores que son agentes transmisores de enfermedades virosas y diversos patógenos que penetran en las plantas a través de abertura naturales o heridas causadas a las plantas.

Murguido y Vázquez (2002) plantea que el frijol es atacado por enfermedades en toda la fase de su vida, siendo las etapas fenológicas más críticas: plántula, floración y el llenado de las legumbres. Entre las enfermedades más nocivas están: Roya (*Uromyces phaseoli*), Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), Mustia Hilachosa (*Tanatephorus cucumeris*), Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), Virus del mosaico dorado (BGMV) y Virus del mosaico común (BCMV).

Tabla 4. Medidas de manejo para las principales enfermedades en el cultivo frijol

| MIP | ENFERMEDADES | | | | | |
|---|--------------|-------------|------------------|----------------|------|------|
| | Roya | Antracnosis | Mustia hilachosa | Mancha angular | VGMV | BCMV |
| Uso de semillas certificadas o tratadas con funguicidas | x | x | x | x | x | x |
| Rotación de cultivos hospederos (gramíneas) | x | x | x | x | x | x |
| Uso de variedades resistentes | x | x | x | x | x | x |

| MIP | ENFERMEDADES | | | | | |
|---|--------------|-------------|---------------------|-------------------|------|------|
| | Roya | Antracnosis | Mustia hilachosa | Mancha angular | VGMV | BCMV |
| Eliminación de arvenses de hojas anchas | x | x | x | x | x | x |
| Control de insectos vectores | | | | | x | x |
| Uso de insecticidas sistémicos | | | | | x | x |
| Eliminación de rastrojos | x | x | x | x | | |
| Aplicaciones preventivas de funguicidas | x | x | x | x | | |
| Adecuada densidad de siembra | x | x | x | x | | |
| Siembra en fecha optima | x | x | x | x | | |

3.3.3. Manejo de Arvenses

A través del tiempo el agricultor vio la necesidad de combatir las arvenses, porque dañan a los cultivos tanto o más que las plagas y las enfermedades, ya que poseen un conjunto de características que hacen difícil su manejo tales como: sistema radical extensivo y profundo, órganos de reserva especializados, capacidad de regeneración y resistencia a la destrucción repetida de sus partes aéreas, además de ser reservorios de plagas durante todo su ciclo y dificultan varias actividades fitotécnicas. El daño que causan las malezas en el cultivo de frijol es significativo porque además de competir por luz, nutrientes y agua, son hospederos de plagas y enfermedades, interfieren las labores de cosecha, afectando la producción y calidad (Labrada et al. 2011).

Los agricultores les dan más importancia a los insectos desfoliadores y a las enfermedades foliares, porque los daños causados son más obvios y tiene más impacto visual. En cambio la presencia de arvenses es muy obvia, pero sus efectos negativos, como la reducción del rendimiento o la alelopatía, no son tan claros para el agricultor (Pitty, 1997).

Se han realizado estudios continuos para evaluar las pérdidas que ocasionan anualmente los insectos, las enfermedades y las arvenses. Estos estudios han llegado a la conclusión que las pérdidas anuales ocasionadas por las arvenses exceden a las causadas por los insectos y enfermedades. Otros investigadores afirman que las pérdidas causadas por las arvenses superan a las ocasionadas por los dos grupos en su conjunto (Mederos, 2002).

Las arvenses están presentes todos los años y el agricultor tiene que hacer algo para controlarlas y que no interfieran en su cultivo, en cambio las plagas y enfermedades aparecen de forma esporádica. Pero el agricultor puede estar seguro que si en el año anterior tuvo arvenses, este año también las tendrá, esto se debe a que las semillas presentan latencia y germinan cuando las condiciones son propicias (Vitta, 2005).

El frijol común es invadido por más de 60 especies de arvenses de las cuales las más importante por las pérdidas económicas que provocan al cultivo se encuentran: coyolillo (*Cyperus rotundus*), caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), pata de gallina (*Eleusine indica*), Zacate dulce (*Ixophorus unisetus*), arrozillo (*Echinochloa colona*), lechoza (*Euphorbia heterophylla*) e invasor (*Sorghum halepense*) entre otras (Alfonso et al. 2000).

Según Vázquez et al. (2010) el frijol es una planta poco competitiva y se han observado reducciones en la cosecha hasta de 75% cuando estas inciden antes del período crítico de competencia (30 – 52 días) lo que indica que se debe mantener un cultivo limpio durante todo el ciclo del cultivo principalmente en el momento de la floración. Las malezas son hospederas de plagas y enfermedades y muchas de ellas producen semilla al mismo tiempo que la maduración del cultivo, lo que facilita la contaminación de semillas al momento de la cosecha. Existen varios métodos de manejo de malezas:

Control cultural: Este tipo de control es factible a través de la rotación de cultivos, la utilización de densidades de siembra adecuadas para lograr una buena cobertura del suelo, la interceptación de la luz solar por el follaje que reduce la germinación y emergencia de malezas entre las calles, el uso de semillas mejoradas y variedades adecuadas, fertilización, y un buen control de plagas y enfermedades entre otras.

Control manual: Se realiza con machete, azadón antes del cierre de calle hasta los 30 días cuando la planta alcanza el máximo del área foliar haciendo su propio control. No es recomendable realizar limpia con machetes o azadón durante la floración porque puede haber caída de flores y causar pérdidas en la producción.

Control químico: Se recomienda utilizar productos de baja toxicidad para evitar riesgos en la salud humana y el medio ambiente. Al utilizarlos se debe tomar en cuenta una buena preparación de suelo para permitir que el producto sea bien distribuido en la superficie sembrada y a una buena profundidad. Es recomendable usar productos selectivos con relación al tipo de maleza. Recuerde que la efectividad de los herbicidas está dado por la dosis recomendada, donde aparece una aplicación mínima o dosis máxima, considerando la dosis baja para suelos arenosos y la dosis máxima para suelos arcillosos.

3.3.4. Cosecha

La cosecha es una de las labores más importantes, las variedades de frijol utilizadas alcanzan la maduración de cosecha entre los 68 y 75 días y existen indicadores para estimar el momento óptimo de la cosecha tales como: caída de las hojas e inicio del secado de las plantas, cambio de coloración de las legumbres, disminución del contenido de humedad del grano, aparición en el grano del color, formas características de la variedad y aparición de las primeras legumbres secas que se abren fácilmente (Díaz y Salgado, 2002).

✓ Arranca

Consiste en arrancar las plantas directamente del campo en este momento el porcentaje de humedad de la semilla en campo se estima del 18 al 20%. Se debe evitar que el frijol esté muy húmedo para que no aparezcan hongos o enfermedades y afectar la coloración de las semillas, preferiblemente hacerlo en horas de la mañana y arrancar lo que se calcule aporrear en el día ya que un prolongado tiempo de las plantas sobrepuestas en el suelo causara daño a la semilla debido a la absorción de humedad. El secado de las plantas para el aporreo se recomienda

hacerlo preferiblemente bajo sombra en un corredor o tendalearlas en alambres dentro de la parcela para acelerar el secado con la aireación. Por otra parte dejar mucho tiempo el frijol en campo ocasiona abertura de la vaina, caída de semillas, ataque del gorgojo y desarrollo de hongos.

✓ **Aporreo**

Para esta labor se debe disponer previamente de las carpas, mantas, sacos, mecates, zarandas y la mano de obra necesaria que garantice agilidad en la cosecha a fin de evitar deterioros en la calidad de la semilla a obtener. Las lonas, plástico, sacos y lugar en donde se realizara el aporreo deben estar limpios y libres de otras semillas y granos a fin de evitar contaminación. Esta práctica es de mucho cuidado para el caso de semilla, y debe evitarse al máximo el daño físico a la semilla.

Es recomendable realizar esta actividad cuando el porcentaje de humedad de la semilla es aproximadamente del 14 - 16%. Una vez finalizado el aporreo las semillas deben envasarse en los sacos preferiblemente nuevos e identificarlos con el nombre de la variedad, lote de campo, fecha de cosecha y aporreo y almacenarlo en un lugar fresco y seco en espera del secado.

✓ **Secado de la semilla**

El secado consiste en retirar gran parte de la humedad presente en la semilla reduciéndola a un porcentaje que garantice el almacenamiento seguro. Se recomienda hacerlo en patios, lonas, plásticos los cuales deberán estar limpios y libres de semillas de otras variedades. Esta actividad requiere de un cuidado especial ya que la semilla es un ser vivo y el recalentamiento o demasiada exposición al sol influye sobre la viabilidad de la misma. Se debe realizar el secado preferiblemente en horas de menor intensidad solar y remover la capa de semilla constantemente. El porcentaje de humedad requerido para almacenarlo debe ser entre 12 y 13 %. Para determinar si la semilla tiene la humedad óptima para almacenarla se conocen algunos métodos prácticos entre ellos destacan los siguientes:

- La uña o el diente. Cuando la semilla tiene una humedad inferior al 13% no se muestran marcas al presionarlas con la uña o el diente. Este método debe repetirse durante el proceso de

secado o almacenamiento ya que por la condición de la semilla de absorber agua puede cambiar su contenido de humedad.

- **Por el sonido.** La semilla cuando está seca al moverla y provocar un rozamiento y golpeteo entre sí, produce un sonido similar al de una teja seca o a vidrio. Si esta húmeda no suena.

- **Método de la sal.** Se coloca en un recipiente de vidrio usando su tapa como medida, 8 porciones de semillas de frijol con una de sal la cual debe estar completamente seca. Se mezcla durante 15 segundos y luego se deja en reposo por 15 minutos. Si la sal se pega al frasco es un indicador que la semilla todavía está húmeda y por lo tanto debe continuar el secado al menos por dos días más de soleado. Caso contrario la semilla está lista para ser almacenada.

- **Probador de humedad.** Existen diversos probadores de humedad digital que miden el contenido de humedad rápidamente.

3.3.5. Postcosecha

La cosecha es la culminación del proceso de producción y consiste en retirar del campo las semillas producidas con el menor daño posible. No obstante, posterior a ese período la semilla requiere condiciones adecuadas de manejo, manipuleo y almacenamiento a fin preservar los atributos de calidad con la cual fue producida lo cual permita su utilización en el próximo ciclo de producción. La presencia de materiales extraños repercute negativamente en la conservación de la semilla en vista que tienden a recalentarse y rehumedecerse y se tornan susceptibles al deterioro causado por el ataque de plagas y enfermedades produciendo pérdidas considerables en cantidad y calidad.

García et al. (2003) plantea que las pérdidas en la postcosecha pueden ocurrir debido a decisiones que se producen antes de realizarse la misma, como el atraso o adelanto de la cosecha respecto a la madurez fisiológica de la variedad o durante la trilla.

El manejo postcosecha de la semilla consiste en la realización de las siguientes prácticas de acondicionamiento:

✓ **Limpieza**

Consiste en la remoción de los residuos de la cosecha tales como raíces, hojas, vainas, tallos, polvo, tierra entre otros, lo cual facilita el secado y operaciones posteriores. El sistema tradicional de limpieza es el venteo en el cual se utiliza el viento natural para remover los materiales más livianos. Sin embargo, este método presenta sus limitantes, porque solamente se puede recurrir a él cuando hay viento razón por la cual se debe complementar con el uso de zarandas cuyos orificios sean adecuados al tamaño de la semilla. Se recomienda el uso de 2 zarandas colocadas una encima de la otra. La zaranda superior debe tener orificios de un tamaño que permita el paso de la semilla pero no de las impurezas grandes. La zaranda inferior debe permitir el paso de las impurezas pequeñas pero reteniendo las semillas (Vázquez et al. 2010).

✓ **Selección**

Es el paso previo al almacenamiento y consiste en retirar las impurezas que no fueron removidas durante la limpieza. Además para conservar la calidad se deben eliminar las semillas que presentan muestras o síntomas de ataque de insectos, semillas dañadas por humedad, semillas quebradas o partidas, semillas de otro color y forma, semillas manchadas e inmaduras.

También deben eliminarse las semillas de menor tamaño debido a que mayoritariamente son semillas inmaduras, enfermas o arrugadas que por diversas causas no alcanzaron su tamaño normal y presentan calidad inferior.

A través de la selección se busca evitar la contaminación de las semillas que puede ser causado por medio de otras semillas que presentan deterioro debido al ataque insectos o microorganismos. Esta operación se realiza de forma manual utilizando para tal fin zarandas y mesas recomendando realizarla en ambientes abiertos pero protegido ante eventuales lluvias a fin de utilizar al máximo la luz natural que facilite identificar principalmente las semillas de otro color (Vázquez et al. 2010).

✓ **Almacenamiento**

Según MAGFOR (2011) una característica positiva de los granos de frijol es la posibilidad de ser almacenados por largos períodos de tiempo, sin pérdida significativa de la calidad, cuando se realizan correctamente las prácticas de cosecha. Un lote de granos almacenados es un material sujeto a transformaciones, deterioros y pérdidas debido a las interacciones entre los fenómenos físicos, químicos y biológicos.

El almacenamiento es una práctica que permite conservar la semilla en condiciones seguras por un período de tiempo determinado posterior al proceso de cosecha, limpieza, secado y selección. El ambiente en el cual se va a realizar el almacenamiento es fundamental para preservar la germinación y vigor, se recomienda lugares frescos y ventilados donde la temperatura ambiente no sobrepase los 30°C.

Para realizar el almacenamiento es vital que la semilla presente una humedad del 12 - 13%, se encuentre limpia, debidamente seleccionada y libres de plagas y patógenos. Cabe destacar que el almacenamiento no mejora la calidad de la semilla sino que la preserva por lo tanto almacenar semilla con parámetros diferentes a los antes señalados repercutirá en la pérdida total de la calidad durante el almacenamiento. Es importante que previo al almacenamiento se le practique a la semilla una prueba de germinación lo cual permita llevar un registro del porcentaje de germinación con el cual se procede almacenar. Generalmente la semilla en las condiciones del área de influencia del proyecto deberá almacenarse durante un período de 4 - 6 meses en dependencia si será utilizada durante la primera o postrera del ciclo posterior.

En estas condiciones es recomendable realizar el almacenamiento en sacos para tal fin la semilla se debe mezclar con materiales como ceniza o cal para protegerla del daño de gorgojos. Otras experiencias con relación al almacenamiento que se desarrollan a nivel de productores de semillas son:

- **Almacenamiento en recipientes plásticos o metálicos sellados herméticamente y que no implica el uso de silos.**

Una buena alternativa para el almacenamiento de pequeños volúmenes de semilla. Para que sea efectivo se debe asegurar que quede herméticamente sellado. Se pueden utilizar recipientes plásticos o metálicos de 55 galones de capacidad. Antes de usar deberán estar limpios y secos previo retiro de la tapa superior. Se vierte la semilla e inmediatamente se cubre herméticamente la boca superior colocando la tapa de plástico o metálica retirada con anterioridad y a continuación se cubre con un pedazo grueso de plástico calibre 5 sin perforaciones el cual se amarra con una tira de caucho de neumático.

- **Uso de bolsas plásticas gruesas herméticamente selladas.**

Para tal fin se utiliza sacos de yute o polipropileno y bolsas plásticas calibre 5. La bolsa plástica se coloca dentro del yute vertiendo la semilla. Se hace un nudo fuerte, se dobla la parte superior de la bolsa y se efectúa otro nudo atando fuertemente (Vázquez et al. 2010).

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por sus propiedades físicas el abono de lombriz es una excelente alternativa para mejorar suelos que han sido degradados y han perdido su contenido de materia orgánica, además por esta propiedad este enmienda puede ser capaz de: mejorar la infiltración y retención del agua en zonas con limitantes hídricas.

Por las propiedades químicas descritas el lombrihumus puede ser capaz de: estabilizar el pH en suelos con problemas de acidez, corregir problemas de fertilidad cuando la limitante sea bajos contenidos de Calcio.

La capacidad de liberar lentamente los nutrientes en el suelo para que la planta los pueda aprovechar puede ser ventajosa al uso de fertilizantes minerales debido a que esta característica le confiere la posibilidad de evitar intoxicación por sobre dosis de fertilización y desde el punto de vista económico permite pérdidas de la inversión que se hace para mejorar la fertilidad de suelo. Simultáneamente contribuye a disminuir la contaminación de los suelos y de las aguas subterráneas.

Se deberá conducir un análisis económico de la aplicación de lombrihumus debido a que en el precio de esta enmienda puede ser muy variable por la accesibilidad y costos de los subproductos que se utilizan para su elaboración. Se debe considerar que con la dosis de aplicación de 8 Ton/ha para obtener altos rendimientos de este cultivo debe variar de acuerdo a los contenidos de nutrientes en el suelo la cual es una característica muy variable en el territorio nicaragüense

V. BIBLIOGRAFÍA

Agroconection. Humus de lombriz. Disponible en: <http://www.agroconection.com>
Consultado: 7 de agosto del 2011.

Agrotierra. Humus de lombriz. Disponible en: <http://www.agrotierra.com> Consultado: 3 de septiembre del 2011.

Alfonso, L; Aviles, R; Chaillox, M; Benito, A; Giralt, E y González, M. Guía Técnica para el cultivo del frijol en Cuba. MINAG. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Cuba. 2000.

Apades. Frijol. Grano seco (*Phaseolus Vulgaris* L). Disponible en: <http://www.apades.org/cultivos/frgs.htm> Consultado: 20 de septiembre del 2011.

Arakis. Humus de lombriz. Disponible en: <http://www.arakis.es/koers/humus.html>
Consultado: 4 de septiembre del 2011.

Cabrera, C. Se puede vivir en Ecópolis. Frijoles. Programa de Educación Ambiental. Cuba. (20): 8 - 11. 2000.

Camargo, B; Oliveira, S y Garrigós, L. Manejo integrado de pragas e doenças do feijoeiros. Manual Técnico. Governo do estado de Sao Paulo. Secretaria de agricultura e abastecimento. Volumen 3. Brasil. 2000.

Cárdenas, T y Pazos. V. Determinación preliminar de la biomasa microbiana presente en el humus de lombriz. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forraje. Departamento de Microbiología. Universidad de la Habana. XIII Congreso del INCA. Programa y resúmenes. Cuba. 2004.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Frijol con esperanza en el Infierno. Perseverancia de científicos arrojan un frijol resistente a la sequía. Cali, Colombia. P. 13. 2002.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). CD – ROOM. Guía para el manejo agronómico del frijol. Nicaragua. 2005.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Frijol. Disponible en: <http://www.tropicalwhiteflyipmproject.cgiar.org/wf/docs/arcos206.pdf> Consultado: 20 de septiembre del 2011.

Cuesta, M. La Agricultura orgánica y las dimensiones del desarrollo. Universidad Agraria de la Habana (UNAH). XIII Congreso del INCA. Programa y resúmenes. Cuba. 2002.

Díaz, T y Salgado, J. Conservación y Protección de granos. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Cuba. 2002.

Ecuagro. Humus de lombriz. Disponible en: <http://www.ecuagro.com> Consultado: 28 de agosto del 2011.

Encarta. Humus de lombriz. Biblioteca de Consulta. Microsoft Corporation. Disponible en: <http://www.microsoft.com/latam/encarta/default.msp> Consultado: 20 de septiembre del 2011.

Espinosa, L. Manual Básico de Lombricultura. Agricultura y Ganadería. Nicaragua. P. 6. 2005.

Fernández, J; Buxadé, C; Dolores, F y Linares. P. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. Cultivos herbáceos extensivos. Leguminosa de granos. Océano/Centrum. España. P 355 – 361. 2004.

Ferruzzi, C. Manual de lombricultura. Departamento de Producciones Animales. Ediciones Mundi – Prensa. España. 2001.

Funes, F; García, L; Bourque, M; Pérez, N y Rosset. P. Transformando el campo cubano. Avances de la Agricultura Sostenible. Avances en el manejo de los suelos y la nutrición orgánica. Cuba. P. 179. 2001.

García, E; Permuy, N y Chaveco, O. Principios elementales en la poscosecha de granos básicos. Cuba. 2003.

Gratisweb. Lombricultura. Disponible en:
<http://www.gratisweb.com/rvburgos/lombricultura.html> Consultado: 5 de agosto del 2011.

Gurídi, F. O Fósforo, a materia organica e a micorriza no cafeeiro (*Coffea arabica* L). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomía. Tese do grau de Philosophiae Doctor em Agronomía. Brasil. 2000.

Humussell. Humus. El fertilizante del pasado, presente y futuro. Disponible en:
<http://www.humussell.com.mx/productos.html> Consultado: 16 de septiembre del 2011.

Infoagro. Método de control de la Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*). Disponible en:
<http://www.infoagro.com/abonos/moscablanca.html> Consultado: 18 de octubre 2011.

Infoagro. La lombricultura. Disponible en:
<http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.asp> Consulta: Consultado: 18 de octubre 2011.

Labrada, R; Caseley, C y Parker, C. Manejo de malezas para países en desarrollo. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal). Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s00.htm> Consultado: 18 de agosto 2011.

Lombricultivos. Elaboración de humus de lombriz. Disponible en:
<http://www.lombricultivos.8k.com/humus.html> Consultado: Consulta: 18 de octubre 2011.

Lombricultura. ¿Cómo producir humus de lombriz? Disponible en: <http://www.lombricultura.com/humus.html> Consultado: 18 de octubre 2011.

Machado, R. Crecimiento del cafeto en condiciones orgánicas y biológicas bajo un 65% de sombra en la etapa de vivero. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Agraria de la Habana. Cuba. P 12. 2000.

Martínez, F; Calero, B; Nogales, R y Rovesti, L. Manual práctico de lombricultura. Primera Edición. Cuba. 2003.

Mederos, M. D. Evaluación de organismos asociados e indicadores productivos en el sistema frijol - maíz con diferentes manejos del enmalezamiento. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de la Habana. Cuba. 2002.

Ministerio Agropecuario (MAG). Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L). Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_frijol.pdf Consulta: 20 de noviembre del 2011.

Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). Cultivo del frijol. Nicaragua. Disponible en: <http://www.magfor.gob.ni/tematica/descargas/guiast/guiafrijol.htm> Consultado: 18 de octubre 2011.

Murguido, A; Vázquez, L y Gómez, O. Informe sobre el alcance del programa de manejo integrado de la mosca blanca y los germinivirus en tomate y frijol en Cuba. P 179 – 183. 2001.

Murguido, A; Vázquez, L; Elizondo, A; Velásquez, Y; Pupo, E; Reyes, S; Rodríguez, I y Toledo, C. Manejo integrado de plagas de insectos en el cultivo del frijol. Fitosanidad 2 (1-2): 33 – 35. Cuba. 2002.

Noriega, G; Cruz, S y Altamirano, A. Producción de abonos orgánicos y lombricultura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Chapingo. Memorias. Curso – Taller. México. 2001.

Peña, E. Producción de abonos orgánicos para la agricultura orgánica. INIFAT. La Habana, Cuba. 7p. 2000.

Pitty. A. Introducción a la biología, ecología y manejo de las malezas. Zamorano. Honduras, 1997.

Pupiro, L. Efecto del humus de lombriz en el rendimiento y en las principales plagas insectiles del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Agraria de la Habana. Cuba. 2001.

Pupiro, L. Efecto del humus de lombriz sobre algunas poblaciones de organismo nocivos y el rendimiento en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Tesis (en opción al título Académico de Máster en Sanidad Vegetal. Mención Manejo de Plagas). Universidad Agraria de la Habana. Cuba. 2005.

Sagarpa. El Frijol en el mundo. Disponible en: <http://sica.sagarpa.go.mx/modelos/cardenas/frijol/prodint.pdf> Consultado: 18 de octubre 2011.

Sánchez, G; Manríquez, A; Martínez, F y López, L. El frijol en México. Competitividad y oportunidades de desarrollo. FIRA. Boletín Informativo. Número 316. Vol XXXIII. México. 2001.

Socorro, A y Martín, S. Granos. Editorial Pueblo y Educación. Cuba. P. 7 - 42. 1989.

Vázquez, C; Figueroa, V y Lama, J. Las Plantas de nuestro huerto. 3. Frutales Tropicales y sus recetas. Editorial Proyecto Comunitario Conservación de Alimentos. Cuba. 2004.

Vázquez. R; López. G. A; Molina. C. B; Munguía. S. J y Aguilar. M. H. Guía técnica para la producción artesanal de frijol. INTA. Estelí – Nicaragua. 2010.

Vilches, E. y Núñez. E. Efecto de residuos de leguminosas sobre estadios de una población de lombrices (*Eisenia foetida*) y caracterización biológica del humus obtenido. Cultivo Tropicales. Cuba. 21(3) 25 – 28. 2000.