

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**



**CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL FRIJOL A DOS TONALIDADES DE  
ACOLCHADO PLÁSTICO CON RIEGO SUBTERRÁNEO**

Realizada Por:

**GABRIEL DALADIER MORALES MATUL.**

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN.**

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

**Diciembre de 2012**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

*Crecimiento y producción del frijol a dos tonalidades de acolchado plástico con riego subterráneo.*

Realizada por:

GABRIEL DALADIER MORALES MATUL

Que somete a la consideración del H. jurado examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

M.C. Gregorio Briones Sánchez  
Asesor principal

Dr. Juan Manuel Covarrubias Ramírez

Asesor

M.C. Carlos Rojas Peña

Asesor  
Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"

M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Coordinador de la División de Ingeniería  
Coordinación de Ingeniería

Buenavista, Saltillo Coahuila, Diciembre 2012

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a **Dios**, por prestarme la vida, su bendición, y la paciencia que me dio en los momentos más difíciles durante mi preparación profesional.

A nuestra "**ALMA MATER**", por darme la oportunidad de desarrollarme como alumno que soy y las atenciones de sus servicios que siempre estará el recuerdo de la madre que nos alimentó.

### **M.C. Gregorio Briones Sánchez.**

Por el apoyo como asesor académico y las ganas que demostró en la elaboración de esta investigación, gracias por enseñarme los motivos de el porqué de las cosas y las ganas de trabajar con las investigación de los cultivos que nuestra tierra nos da.

### **Dr. Juan Manuel Covarrubias Ramírez.**

Por el apoyo recibido de su parte, y las ganas de apoyar a jóvenes con su experiencia y dedicación en la elaboración de investigaciones de nuestra universidad.

### **M.C. Carlos Rojas Peña.**

Por su colaboración y enseñanza en este proyecto y las ganas demostrada con los alumnos que él apoya.

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres**

#### **Olivio Martiniano Morales Ramírez.**

Que me enseñó las bases importantes de la vida y la responsabilidad que conlleva cierta meta propuesta.

#### **Francisca Matul Velázquez**

Gracias por darme la vida, gracias por enseñarme la humildad, y apoyo psicológico que me ayudo en mi desarrollo como persona, nunca terminare de agradecerte tu apoyo.

### **A mi esposa:**

#### **Valeria Elizabeth López Martínez.**

Por el apoyo recibido de su parte, y por ayudarme en la elaboración de esta investigación.

### **A mi hijo.**

**Gabrielito Jr.** Por la fuerza que me dio para terminar dicha tesis.

### **A mis hermanos.**

#### **Noé Martin, Arnoldo, Mary, Nayeli, Liliana, Fabiola, Ramón**

Porque estando lejos nunca me dejaron solo, y el apoyo psicológico que recibí.

### **A mis suegros.**

María Esther y Gertrudis López, por el apoyo mutuo de su parte

# ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
INDICE DE CONTENIDO.....	V
INDICE DE CUADROS.....	VI
INDICE DE FIGURA.....	VII
RESUMEN.....	VIII
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
Objetivo.....	3
Hipótesis.....	3
<b>II. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 El frijol ( <i>phaseolusvulgaris</i> L.).....	4
2.1.1 Siembra.....	4
2.1.2 Selección del terreno.....	4
2.1.3 Preparación del suelo.....	5
2.1.4 Época de siembra.....	5
2.1.5 Siembras de primera o primavera.....	5
2.1.6 Siembras de postrera o segunda.....	6
2.1.7 Fertilización.....	6
2.1.8 Riego.....	6
2.1.9 Selección de la variedad.....	6
2.1.10 Manejo de malezas.....	7
2.1.11 Manejo integrado de plagas.....	8
2.2 Clorosis Férrica.....	11
2.3 Acolchado.....	11

2.3.1. Los factores que alteran con el uso de acolchado son.....	12
2.4 Principio de riego por goteo.....	16
2.5. Hakaphos rojo 18-18-18.....	17
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>19</b>
3.1 Lugar y Fecha de Establecimiento.....	19
3.2 Materiales y Equipo Requeridos .....	20
3.3 Metodología del sistema .....	20
3.4 Metodología de aforo .....	22
3-5 Parámetros de observación .....	23
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
4.1. Altura de la planta.....	28
4.2. Área foliar de la planta.....	29
4.3. Número de ejotes en el primer corte.....	30
4.4. Largo y ancho del ejote.....	31
4.5. Peso del ejote en el primer corte (gr).....	33
4.6. Número de ejotes por planta en el segundo corte.....	34
4.7. Ancho y largo del ejote en el segundo corte.....	35
4.8 Peso del ejote en el segundo corte (gr).....	37
4.9. Total de producción de ejotes.....	38
4.10. La clorosis férrica en frijol.....	39
<b>V.CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>43</b>
<b>VII. APENDICE.....</b>	<b>45</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

No.	Página
Cuadro 1.1.....	2
Cuadro 3.4.1.....	22
Cuadro 4.1.....	28
Cuadro 4.2.....	29
Cuadro 4.3.....	30
Cuadro 4.4.....	32
Cuadro 4.5.....	33
Cuadro 4.6.....	34
Cuadro 4.7.....	36
Cuadro 4.8.....	37
Cuadro 4.9.....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1.....	19
Figura 3.3.1.....	22
Figura 3.3.2.....	23
Figura 3.3.3.....	24
Figura 3.3.4.....	24
Figura 3.3.5.....	25
Figura 3.3.6.....	25
Figura 3.3.7.....	26
Figura 3.3.8.....	26
Figura 3.3.9.....	27
Figura 4.1.....	28
Figura 4.2.....	30
Figura 4.3.....	31
Figura 4.4.....	32
Figura 4.5.....	33
Figura 4.6.....	34
Figura 4.7.....	35
Figura 4.8.....	36
Figura 4.9.....	37
Figura 4.10.....	38
Figura 4.11.....	39
Figura 4.12.....	39

# **CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL FRIJOL A DOS TONALIDADES DE ACOLCHADO PLÁSTICO CON RIEGO SUBTERRÁNEO**

**Por: Gabriel Daladier Morales Matul**  
**Clave del Proyecto: 1330.3641.488**

## **RESUMEN**

El frijol es uno de los alimentos básicos en la dieta del costarricense y es la principal fuente de proteína; es rico en lisina pero deficiente en los aminoácidos azufrados metionina, cistina y triptófano; por lo cual una dieta adecuada en aminoácidos esenciales se logra al combinar frijol con cereales (arroz, maíz, otros).

### **Objetivos**

- Observar el crecimiento en las plantas de frijol cultivado bajo acolchado plástico en dos tonalidades con goteo enterrado
- Evaluar la uniformidad de riego con goteo en la sección de prueba
- Conocer o determinar la concentración de los químicos inyectados
- Comparar el área foliar en las plantas e inferir la actividad fotosintética.
- Caracterizar el sitio y tomar suficientes datos en el sistema de riego para explicar el movimiento del agua y de los nutrientes a la vecindad de la zona radícula.

Fue realizado en las parcelas del jardín hidráulico de la universidad autónoma agraria Antonio narro, perteneciente al departamento de riego y drenaje, ubicado en Buenavista saltillo Coahuila. Tuvo como objetivo principal evaluar el crecimiento y desarrollo del frijol bajo dos tonalidades de acolchado negro (AN) y acolchado bicapa (AB) con riego por goteo subterráneo.

Se utilizo un diseño experimental de T Student por ser pocos datos de muestras. se tomaron 10 muestras de cada acolchado (AN y AB), las variables analizadas fueron altura de planta, número de hojas, largo y ancho de hojas, número de ejotes, peso del ejote, ancho y largo del ajote, y la producción total obtenida.

- El acolchado negro (AN) demostró resultados sorprendentes en comparaciónal acolchado bicapa (AB) tanto en altura, ancho y largo de hojas; como en producción de ejote por lo que las respuestas aceptables con el acolchado negro prometen rendimientos que superan al Bicapa.
- En largo y ancho del ejote no fueron afectados por la tonalidad de la película plástica.

- El bicapa resulto menos eficiente en el experimento realizado, por los factores fotosintéticos que impiden que la planta se desarrolle, contiene dos capas una plateada hacia arriba deflector de la luz solar y una opaca hacia abajo que utiliza como conservadora de energía, no aprovechada por las propiedades ópticas del tipo de plástico.
- En una plantación comercial de frijol la mejor sugerencia sería cultivar esta especie con riego por goteo subterráneo, con acolchado negro, debido al rendimiento y mejor crecimiento, evaluada en esta investigación.
- Adicionalmente el acolchado negro tiene las ventajas de adelantar la producción por ser el que más retiene radiación solar, conserva mas humedad en el suelo haciendo que los nutrientes se disuelvan mas rápido quedando a su disociación de la planta pueda aprovecharlos realizando más actividad fotosintética.
- La deficiencia de hierro causa un amarillamiento intervenal que limita la síntesis de clorofila, afectando de ligeramente a severamente el crecimiento y la producción del frijol según el grado de los síntomas, recomendando el quelato de Sequestrene 138 fe (Fe EDDHA).

### **Palabras claves**

Producción, rendimiento, goteo, acolchado plástico.

## I.INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas más importantes, que sirve de alimento a la población de muchos países. En América Central hay cerca de 350, 000 ha del cultivo con rendimientos de sólo 660 kg/ha, o sea con sólo un 30% del potencial productivo de las variedades disponibles.

Existen varios sistemas de cultivo del frijol. En algunas áreas, se cultiva intercalado principalmente con maíz o, en ciertas situaciones, con cultivos perennes, tales como la caña de azúcar, árboles frutales y café. En áreas de El Salvador, Guatemala y Honduras, el frijol se cultiva después del maíz, lo que permite la utilización racional de las lluvias al final del año. En todas estas áreas, el frijol se cosecha al momento de la madurez completa o, a veces antes debido a la incidencia de la pudrición de las vainas provocada por fuertes ataques de enfermedades foliares y favorecidas por altas infestaciones de malezas en el campo. Según la **FAO (2008)**, la producción de frijol en el mundo se concentra en 129 países de los cinco continentes.

La planta es anual, *P. coccineus* y *P. lunatus* puede haber plantas perenes, la raíz es de tipo fibroso o tuberoso como *P. coccineus*; los tallos son herbáceos, de crecimiento determinado o indeterminado, sus dos primeras hojas son simples, ya a partir del tercer par de hojas son pinnadas trifoliales; la inflorescencia es un racimo; las flores son pediceladas; la flor consta de 5 sépalos, 5 pétalos, 10 estambres y un pistilo; el cáliz es gamosépalo; los pétalos difieren morfológicamente y en conjunto forman la corola. El fruto es una vaina con dos suturas; cuando está maduro es dehiscente y puede abrirse por la sutura ventral o la dorsal

Características morfológicas

Familia: *Leguminosae* Subfamilia: *papilionoidene*

Tribu: *phaseolac* Subtribu: *placolinae*

Género: *phaseolus* Especie: *phaseolusvulgaris* l

**Cuadro 1.1.** Etapas de desarrollo en un cultivo de frijol.

F A C E V E G E T A T I V A	Etapa		Evento con que se inicia cada etapa
	Código	Nombre	
	V0	Germinación	La semilla esta en condiciones favorables para iniciar la germinación
	V1	Emergencia	Los cotiledones del 50% de las plantas aparecen al nivel del suelo
	V2	Hojas primarias	Las hojas primarias del 50% de las plantas están desplegadas
	V3	Primera hoja trifoliada	La primera hoja trifoliada del 50% de las plantas esta desplegada
	V4	Tercera hoja trifoliada	La tercera hoja trifoliada del 50% de las plantas están desplegadas

F A C E R E P R O D U C T I	Etapa		Evento con que se inicia cada etapa
	Código	Nombre	
	R5	Prefloración	Los primeros botones o racimos han aparecido en el 50% de las plantas
	R6	Floración	Se han abierto la primera flor en el 50% de las palntas
	R7	Formación de las vainas	Al marchitarse la corola, en el 50% de las plantas aparecen por lo menos una vaina
	R8	Llenado de las vainas	Llenado de semillas en la primera vaina en el 50% de las plantas
	R9	Maduración	Cambio de color en por lo menos una vaina en el 50% de las plantas ( del verde al amarillo uniforme o pigmentado)

V A			
--------	--	--	--

### 1.1 Objetivos

- Observar el crecimiento en las plantas de frijol cultivado bajo acolchado plástico en dos tonalidades con goteo enterrado
- Evaluar la uniformidad de riego con goteo en la sección de prueba
- Comparar el área foliar en las plantas e inferir la actividad fotosintética.
- Caracterizar el sitio y tomar suficientes datos en el sistema de riego para explicar el movimiento del agua y de los nutrientes a la vecindad de la zona radicular.

### 1.2 Hipótesis

H<sub>0</sub>: las dos tonalidades de plástico (negro y bicapa) funcionan igual.

H<sub>a</sub>: el plástico negro da mayor diferencia que el bicapa.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 El frijol (*phaseolus vulgaris* L.)

El frijol es nativo del área México-Guatemala y se ha venido cultivando en México por más de 4 000 años, según datos de restos arqueológicos encontrados en las cuevas de la región de Ocampo, Tamaulipas y en la cueva de Coxcatlán Puebla. En la actualidad el frijol es uno de los cultivos más importantes, ocupa el segundo lugar en importancia como alimento básico, después del maíz, y el sexto lugar por el valor de la producción nacional a continuación del maíz, algodón, trigo, caña de azúcar y café. (Robles Sánchez 1990).

#### 2.1.1 Siembra.

Para obtener buenos resultados en la siembra del frijol, se identificar el terreno sea apropiado, la época mas adecuada para su cultivo, seguido de una buena preparación del suelo y un buen sistema de acuerdo a las circunstancias.

#### 2.1.2 Selección del terreno

La planta del frijol es muy susceptible a condiciones extremas: exceso o falta de humedad, por tal razón debe sembrarse en suelos de textura ligera y bien drenados.

El pH óptimo para sembrar frijol fluctúa entre 6.5 y 7.5. Dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos del suelo presentan su máxima disponibilidad: no obstante. Se comporta bien en suelos que tienen un pH entre 4.5 y 5.5.

### **2.1.3 Preparación del suelo**

En siembras de Monocultivo (frijol sólo o unicultivo) se recomienda las prácticas siguientes:

- Aradura de 20 a 30 cm de profundidad con arado de disco o vertedera.
- Uno o dos pases de rastra, con fin de romper o deshacer los terrones que pudieron haberse formado durante la aradura del suelo.
- Nivelar o emparejar el terreno para evitar el encharcamiento; esta práctica se puede efectuar con un trozo de madera o hierro pesado o sujetado al final de la rastra, labor que se puede hacer simultánea al momento de rastrear el suelo.

Los productores de frijol manejan diferentes modalidades de preparación de suelo, las que son utilizadas de acuerdo con las condiciones del terreno, oportunidades financieras y disponibilidad de maquinaria y equipo.

### **2.1.4 Época de siembra**

La época de siembra mas adecuada para frijol es aquella en que además de ofrecer las condiciones climáticas para un buen desarrollo del cultivo, permite que la cosecha coincida con el periodo de baja o ninguna precipitación, para evitar daños en el grano por exceso de lluvia. En forma general en el país se tiene tres épocas de siembra:

### **2.1.5 Siembras de primera o primavera**

Con estas siembras se da inicio al año agrícola, la cual varia entre zonas, pero entre la mayoría de productores siembran en el periodo comprendido entre el 15 de mayo y el 15 de junio, de tal manera que la etapa de madurez de la planta coincide con la época seca de julio-agosto (canícula o veranio). Estas siembras representan el 20-30% de las siembras y por lo general el grano tiene un mejor precio en el mercado.

### **2.1.6 Siembras de postrera o segunda**

Estas siembras representan entre el 70-80% del área total sembrada por año agrícola en el país y se realizan en los meses de Septiembre y Octubre. En este periodo se siembra de acuerdo con las condiciones climatológicas de las diferentes regiones del país.

### **2.1.7 Fertilización**

Las condiciones de producción del cultivo en el país son muy variadas al igual que el resto del Centro de América, es decir, se siembra desde el nivel del mar hasta los 1800 mts. Esta diversidad de ambientes lo expone a diferentes factores limitantes de la producción, las recomendaciones de fertilización esta orientada a factores limitantes de N y P, que son los elementos de mayor demanda del cultivo.

### **2.1.8 Riego**

El riego no es una práctica usual por parte de los productores de frijol, en cambio con la implementación de pequeños sistemas de riego en las diferentes zonas agrícolas del país, se ha encontrado que el frijol es una alternativa de producción ya sea para grano de exportación o producción de semilla.

El agua es un factor importante dentro de la producción de frijol para obtener mejores rendimientos, se puede decir que el cultivo es muy sensible al contenido de humedad en el suelo. En todas las etapas de crecimiento, la planta requiere de 5 riegos y una lamina de agua de 270mm, para un mayor rendimiento en la producción de frijol. Las etapas de floración y fructificación son las etapas mas criticas del cultivo desde el punto de vista de la disponibilidad de agua en el suelo.

### **2.1.9 Selección de la variedad**

La disponibilidad de variedades de frijol en el país contempla diferentes tonalidades que van de rojos retintos, rojos brillantes, rosados, negros y pintos. La decisión de sembrar una u otra variedad es del productor en función de su conveniencia, sin embargo, se recomienda sembrar variedades mejoradas que le garanticen un mejor retorno económico

### **2.1.10 Manejo de malezas**

El daño que causan las malezas en el cultivo de frijol es significativo, pues además de competir por luz, nutrientes y agua, ocasionan otros problemas como hospederos de plagas y enfermedades, interfieren las labores de cosecha y afectan la producción y calidad de grano. Existen varios métodos para el control de malezas, entre ellos tenemos un control manual y químico; la elección de uno específico depende de factores como el agroecosistema en que crece el cultivo, la topografía, la composición de la población de malezas, la variedad de frijol utilizada, los costos entre otros.

#### **Control de manual**

Es la práctica de control de malezas más utilizada por los productores, la cual consiste en la utilización de implementos de labranza que permite la eliminación de malezas que compitan con el cultivo. Se recomienda mantener limpio el cultivo en todo el ciclo, principalmente antes de la floración

Algunos de estos son:

- Rotación de cultivos.
- Densidad de siembra adecuada.
- Deshierba manual con azadón hasta el inicio de la floración ( la primera a los 15 días después de la siembra y la segunda 10 días después de la primera limpia) con machete u otro herramienta después de la floración.
- Deshierba mecánica (cultivadora)
- Uso de leguminosas de cobertura.
- Fertilización del cultivo.

## **Control químico**

El control químico es un medio más en el manejo de las malezas y es un complemento de las prácticas culturales. Se le considera como el último eslabón del manejo integral de las malezas y su empleo debe estar sujeto al costo comparado con los beneficios que aporta.

### **2.1.11 Manejo integrado de plagas**

Las plagas son factores limitantes en la producción de frijol que puede atacar todos los órganos de la planta durante la etapa de crecimiento y reproducción, causando daños directamente y/o en asociación con agentes patógenos.

El control debe realizarse a través de un programa de manejo integrado de plagas, que consiste en la selección, integración e implementación de tácticas de control cultural, mecánico, biológico, legal y químico. El manejo y uso irracional de los plaguicidas y la confianza en la inocuidad, ha provocado consecuencias negativas como: intoxicaciones humanas, presencia de residuos en alimentos, contaminación ambiental, aparición de nuevas plagas, eliminación de insectos benéficos y facilidad de resistencia de los insectos plagas a los insecticidas.

### **Plagas importantes que atacan las plántulas del frijol**

Las plantas de frijol recién germinadas pueden ser afectadas por larvas que cortan la plántula a nivel del suelo o por debajo del mismo, entre ellas podemos mencionar: gusano alambre, gusanos cortadores, Gallina Ciega, larvas de la tortuguilla y grillos. El daño ocasionado por estas plagas en las raíces o el tallo no se observa sino hasta cuando ha ocurrido.

## **La Gallina Ciega**

La gallina Ciega, *phyllophaga spp.* Es la plaga del suelo, ya que ataca cultivos como maíz frijol, caña de azúcar, hortalizas, pastos y otros. Atacan las semillas desde que empiezan a germinar, se alimentan de las raíces y de la base de los tallos de las plantas. En las áreas afectadas se observa mala germinación, planta con poco desarrollo, con coloración amarillenta y marchitez en las horas mas soleadas.

### **Control de la Gallina Ciega.**

Es conveniente atrapar los adultos “ronrón” para evitar que pongan huevos. Ellos aparecen durante las primeras lluvias en Mayo-Junio, son atraídos por la luz, lo que se puede aprovechar para colocar en el terreno, durante la noche trampas de luz de fabricación caseras, con candiles o mecheros, sostenidas en un trípode, con recipiente con agua de jabón puesto en el suelo donde caen atrapados.

Otra medida efectiva es eliminar malezas, zacates y plantas hospederas que pueden servir de refugio a la plaga durante el periodo sin cultivos. Se recomienda rotar con leguminosas de cobertura como la Canavalia y la Mocuna porque estas ahuyentan y reducen las poblaciones de Gallina Ciega.

## **La mosca blanca**

La mosca Blanca (*Bemisia tabaco Genn*) pertenece a la familia: Aleyrodidae de la orden Homóptera. Es un insecto chupador de amplia distribución mundial, se considera la especie más difundida y dañina.

En todos los estadios de desarrollo de la Mosca Blanca, pertenece en el envés de la hoja. Protegiéndose de la luz solar y de otros factores adversos. El adulto es el único que puede emigrar por medio del viento a una altura de un metro para buscar nuevas plantas, de modo que puede actuar como transmisor de virus.SAG-DICTA-SAVE/GTZ. 1998.

## **El manejo integral de la Mosca Blanca.**

Debido a que la mosca blanca es difícil de controlar, es fundamental combinar un conjunto de medidas para reducir el ataque del insecto y la transmisión del virus.

- Evite sembrar en épocas seca cuando las poblaciones de la plaga son altas.
- Elimine las plantas viroticas al presentar los primeros síntomas.
- Utilice barreras vivas de maíz, sorgo y otros, ubicadas en sentido perpendicular a la dirección del viento.
- Utilice un buen programa de fertilización.
- Destruya las malezas hospedadas de la plaga y del virus en y alrededor del cultivo entre otras.

## **Plagas que atacan las vainas.**

Se identifican varias plagas que causan daños directos a la vaina del frijol, sin embargo, El picudo de la vaina es una de ellas con mayor importancia:

### **El picudo de la vaina**

El picudo de la vaina del frijol (*Apion Godmani Wang*) es una plaga de importancia económica, que ataca, la preferencia en las épocas lluviosas durante la etapa de floración y formación de vainas.

Manejo integrado del Picudo de la Vaina.

- Sembrar variedades mejoradas que presentan resistencia al ataque de este insecto.
- Incorporar los rastrojos al suelo o usarlo para la elaboración de aboneras orgánicas.
- Eliminar las malezas, especialmente de leguminosas
- Evitar siembras escalonadas.
- Uniformar las siembras por zona.

## **2.2 Clorosis Férrica.**

Es conveniente considerar que algunas plantas tienden a manifestar síntomas de clorosis férrica, aun en contenidos adecuados de Fe en las hojas, debido a que la fisiología de la planta no le permite metabolizar dicho elemento, ya que la reducción del  $Fe^{+3}$  en la hoja es afectada negativamente por el pH elevado, siendo una de las posibles causas de clorosis férrica.

El grado de tolerancia a clorosis férrica de diferentes cultivares de frijol sembrados en suelos calcáreos, bajo el supuesto de que las plantas dicotiledóneas de los tienen mecanismos para incrementar la disponibilidad de los nutrientes por medio de la acidificación de la rizófera(Lara, Vázquez, Olivares y Pissani. 2004)

## **2.3Acolchado**

Las explotaciones agrícolas utilizan la técnica del acolchado para ahorrar agua, obtener cosechas más precoces, mayores rendimientos, de mejor mercado y estado sanitario. El acolchado tiene efectos favorables sobre el suelo y el ambiente como: conservación de la humedad, mantenimiento de una buena estructura, mejor utilización de los abonos, protección en la nacencia de las plantas, menor número de frutos dañados y eliminación de las malas hierbas cuando se utilizan plásticos opacos.

Beneficios del acolchado

- Frutas de mayor tamaño, limpieza y sanidad (CALIDAD)
- Mayores rendimientos
- Precocidad
- Control de malezas
- Ahorro de agua, conservación de agua
- Ahorro de fertilizantes
- Anticipo de la fecha de siembra
- Protección de la estructura del suelo, control de erosión.
- Control de insectos
- Mayor eficiencia en los métodos de desinfección químico de suelo
- Desinfección de suelo por solarización.

Todos los plásticos empleados en el acolchado consiguen incrementar la temperatura del suelo durante el día, a excepción del blanco y el aluminizado que reflejan la luz. El plástico negro durante la noche es el que pierde menor calor. El plástico blanco aumenta considerablemente la cantidad de luz aprovechable por las plantas. (Papaseit, Pere. 1997).

### **2.3.1. Los factores que alteran con el uso de acolchado son:**

#### **Humedad**

Usando acolchado de polietileno, se logra efectos importantes en la economía de agua, ya que impide la evaporación de la superficie del suelo cubierto con el film, quedando esta agua a disposición del cultivo, el que se beneficia con una alimentación constante y regular. Los plásticos que evitan el desarrollo de malezas al no dejar pasar la luz fotosintética, permite ahorrar el agua que estas pudieran consumir.

#### **Temperatura**

El conocido efecto que tiene la temperatura del suelo en el desarrollo de los cultivos y su incidencia en la implantación de cultivos. Su incremento en zonas de clima frío o templado frío mejora el crecimiento y desarrollo en diversas especies, también afecta a otras características de la planta como el área foliar, el peso seco total, la relación tallo, precocidad, el rendimiento y la calidad de cosecha ( Tognoni 1986). El comportamiento de la temperatura del suelo, así como el efecto de la cobertura plástica sobre la misma es variable, según la latitud y la época del año considerada.

#### **Estructura del suelo**

El suelo con cubierta plástica presenta una estructura ideal para el desarrollo de las raíces, estas se hacen más numerosas, se desarrollan lateralmente sin necesidad de profundizar en búsqueda de agua, aprovechando más eficientemente los nutrientes retenidos en superficie.

## **Fertilidad del suelo**

Al aumentar la temperatura se activa la flora microbiana acelerando el proceso de nitrificación. Estos  $\text{NO}_3$  y  $\text{NO}_2$  se conservan por más tiempo en las capas superficiales y medias del perfil, a disposición del cultivo gracias a la reducción de los caudales de riego, impidiendo la lixiviación del nitrógeno.

## **Calidad de frutos**

Las películas plásticas, al actuar de barreras de separación entre el suelo y parte aérea, evita que los frutos estén en contacto con la tierra, proporcionando mayor calidad y presentación. Mejora la sanidad, la limpieza y el tamaño del fruto.

Las películas plásticas, para acolchado se fabrican a partir de polietilenos de baja densidad y polietilenos lineales de baja densidad. La inclusión del PELBD, junto con el desarrollo y mejoras de los equipos de extrusión permitió el uso de películas más delgadas para las mismas aplicaciones, resultando para el agricultor la reducción de costos por Hectárea.

## **Transformación**

### **Extrusión (Mono capa)**

Descripción de las partes de la extrusora, proceso de extrusión.

### **Co-extrusión (Bi capa – Tri capa)**

Los adelantos tecnológicos en el mercado de películas de polietileno, se han dirigido en los últimos años a la búsqueda de mejores propiedades y mejor desempeño a un menor costo. La coextrusión es la combinación de dos o más capas de polímeros fundidos, para formar una película que cumple con requisitos específicos de desempeño para una aplicación.

## **Presentaciones**

Para el acolchado del suelo actualmente se utilizan diferentes tipos de plástico, en cuanto al color, este varía dependiendo de las necesidades del cultivo y la región, cada uno de ellos posee determinadas características que dan lugar a efectos diferentes sobre los cultivos, por ello es preciso que el agricultor antes de utilizarlos conozca los efectos de cada uno para tomar las decisiones más correctas de acuerdo al cultivo que va a establecer y las condiciones climáticas de la época y región en que se encuentra.

### **Cristal**

Natural o transparente, es el polietileno sin ningún tipo de pigmento ni aditivos, se usa principalmente para elevar la temperatura del suelo.

### **Negro**

Asegura un perfecto control de malezas, a menor costo que los otros materiales verdes, blanco/negro, Plata/negro. Presenta la menor reflexión (9%) acercándose a las características propias de un cuerpo negro, que absorbe un 91% de la radiación que incide sobre él, es el que más se calienta pudiendo causar quemaduras en aquellas estructuras de la planta en contacto con el film, en cultivo bajo y en sus primeros estadios pues más adelante el propio follaje del cultivo interseca la radiación.

### **Blanco/Negro**

Asegura un perfecto control de malezas, se calienta menos que el negro porque su coloración blanca refleja parte de la radiación, además al reflejar los rayos solares disminuye la temperatura del suelo, aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta. Presenta un efecto de disminución en la incidencia de insectos en el envés de las hojas.

## **Plata/Negro**

Asegura un perfecto control de malezas mientras que la reflexión de la planta repele los insectos protegiendo la planta, también disminuye la temperatura de suelo aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta. Entre otros.

## **Duración**

La mayoría de los film para acolchado están diseñados para una duración que no va más allá de los 4-5 meses, por lo que se requiere de aditivos estabilizantes frente a la degradación por rayos UV.

## **Presentación de los rollo**

Tubo abierto a un lado

Fuelle

Lamina, es la manera en que debe estar presentado para la colocación mecánica.

El acolchado de suelos es una técnica muy antigua que consiste en colocar materiales como paja, aserrín, capotillo de arroz, plástico o papel, cubriendo el suelo, con la finalidad de proteger al cultivo y al suelo de los agentes atmosféricos, promover cosechas precoces, mejorar rendimientos y evitar el contacto del producto con el suelo. El uso de “mulch” o acolchado de suelo, surge como una buena alternativa, porque además de aumentar el rendimiento, adelantar la cosecha y mejorar la calidad del producto, permite un ahorro significativo de agua y mano de obra, factores cada vez más escasos. Con el uso de acolchado se lograra intensificar la producción y aumentar la eficiencia de uso de los recursos. (Robledo, F. y Martin, L. 1988)

## 2.4 Principio de riego por goteo

El riego por goteo es uno de los sistemas más eficaces que se ha diseñado para usar el agua en los cultivos agrícolas, la aplicación es lenta y frecuente de agua al suelo mediante emisores o goteros localizados en puntos específicos a lo largo de unas líneas distribuidoras de agua. Este sistema se empezó a usar en 1950. (Megh R. Goya. 2007)

### Ventajas

Uso eficiente del agua.

- Reduce las pérdidas directas por evaporación.
- No causa humedecimiento del follaje.
- No causa movimientos de gotas de agua por el aire.
- Elimina el escurrimiento superficial.
- Permite aplicar el riego a una profundidad exacta. Entre otras.

Desventajas.

- los pequeños goteros se obstruyen fácilmente con las partículas de suelo, algas o minerales.
- La distribución de la humedad en el suelo es limitada. El volumen de humedad depende de la descarga del gotero, distancia entre goteros y el tipo de suelo.
- La inversión inicial y los costos anuales pueden ser mayores en comparación con otros sistemas.

La importancia del sistema de riego por goteo, radica en que los productores del país que posean condiciones para implementar el riego, podrán tener acceso a la tecnología de bajo costo en el momento que lo deseen, ya que combina material y accesorios convencionales de riego con otros que no ha sido diseñados para tal fin, como el poliducto como su versatilidad de uso en los cultivos permite tener más aplicación en la finca.

## **2.5. Hakaphos rojo 18-18-18.**

Sencillez y eficiencia en fertirrigación.

Según el equipo de dosificación, la forma de fertilizar será la siguiente:

Bomba dosificadora o sistema tipo "Venturi"

- Preparar una solución concentrada disolviendo 15 kg de Hakaphos por cada 100 litros de agua.
- Agitar la solución hasta su disolución.
- Regular el dosificador para conseguir la concentración final deseada (normalmente, entre 0.5 y 2 grados de hakaphos por litro de agua).
- Dada la estabilidad de la solución de Hakaphos, puede prepararse solución concentradas para una semana. En este caso es conveniente agitar antes de inicial el riego.

Importante. Es conveniente empezar el riego con agua sola, posteriormente añadir la solución nutritiva a las dosis correspondientes y finalizar el riego aplicado de nuevo 10 o 15 minutos de agua sola, limpiar las tuberías y emisores de riego.

Harapos posee las siguientes características

- Nitrógeno, fosforo y potasio de máxima calidad y totalmente asimilables.
- Nitrógeno en forma nítrica y amoniacal; no contiene urea (la urea es poco eficiente en fertirrigación).
- Potasio y magnesio de gran pureza y totalmente solubles.
- Aporta azufre, elemento esencial para las plantas.
- Proporciona todos los microelementos necesarios para el cultivo en forma quelatizada.
- Relaciones nutritivas adaptadas a cada fase de desarrollo del cultivo (formulas de enraizamiento, inicio de desarrollo, estimulación de crecimiento, engorde y maduración).
- Posee carácter acidificante, lo que mejora la absorción de los microelementos en el suelo.
- En disolución presenta baja conductividad, óptimo para cultivos sensibles y suelos salinos.

#### Ventajas de uso

- Se eliminan las mezclas; un solo producto aporta todos los elementos que la planta necesita.
- Rapidez y facilidad de disolución.
- Formulas de equilibrio de diferentes colores para evitar errores humanos que la planta precisa.
- Posibilidad de disponer de programas de fertilización personalizados.
- Producto cristalino, homogéneo y suelto.

#### Seguridad para su equipo de riego

- Total y rápida solubilidad de los elementos aportados.
- Libres de impurezas.
- Elevado poder acidificante, lo que evita las obstrucciones en los emisores de riego (pH 4-5 en solución al 5%)
- Exento de carbonatos (se evita la formación de precipitados).

Dosis (kg/1000 m<sup>2</sup> /días): 0.75-1.5.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Lugar y Fecha de Establecimiento

La presente investigación se desarrollo en las parcelas del jardín hidráulico de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, entre las coordenadas geográficas  $25^{\circ} 21'15.81''$  de latitud norte y  $101^{\circ} 02'07.81''$  longitud oeste y a una altitud de 1766 msnm. Perteneciente al departamento de riego y drenaje se tiene instalado un sistema de riego por goteo Subterráneo que ha estado en operación desde abril del 2010, con esta tecnología se analizara el crecimiento y rendimiento del frijol hasta la etapa de ejote con las dos tonalidades de acolchado (negro y bicapa)

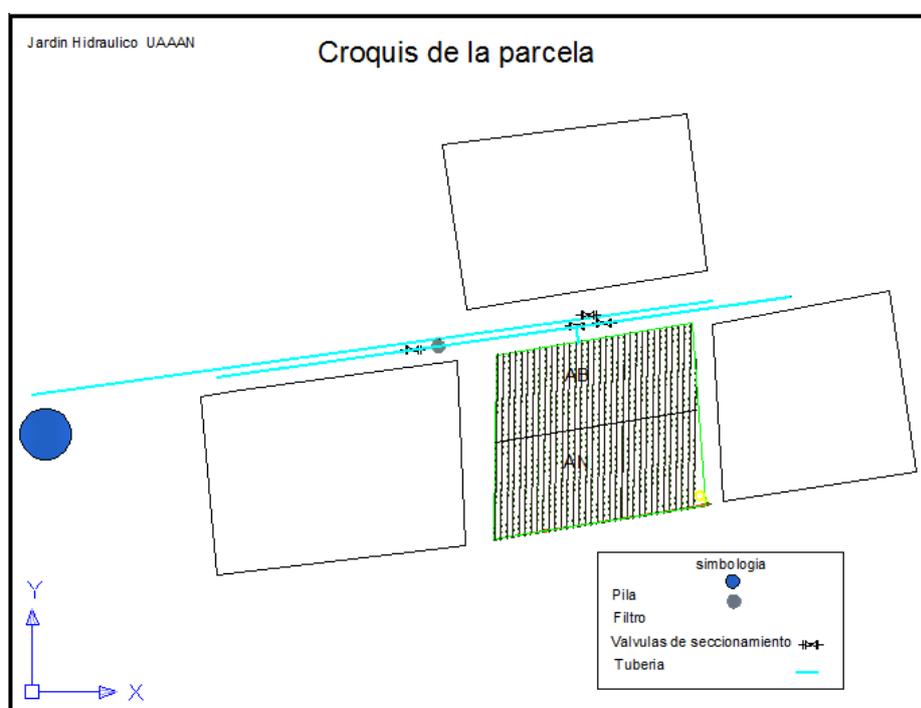


Figura 3.1. Croquis de la parcela del frijol.

### **3.2 Materiales y Equipos Requeridos**

- Cintilla con goteros a cada 30 cm
- Plástico negro
- Manómetro para checar la presión de las regantes
- Plástico bicapa
- Cinta métrica,
- Balanza analítica
- una regla graduada de 30 cm,
- Hojas para el registro de los datos.
- También se utilizó herramienta de campo para el deshierbe de la parcela como son azadón, talache, rastrillo.

### **3.3 Metodología del sistema**

#### Instalación del sistema de riego

Para la instalación del sistema se utilizaron 80 m de tubo de fierro de 1" para la conducción y para las líneas de distribución se instalaron 22 m de mangueras polietileno de 1", para la filtración se utilizó un filtro ARKAL de 1" de anillas color negro con 200 mesh, una válvula de aire de 1", para las líneas regantes se utilizaron 396 m de cinta de goteo AQUATRAX calibre 10 con separación entre goteros de 30 cm de 5/8 de diámetro y 396 m de manguera de goteo RAM con 50 cm de separación entre goteros de 16mm de diámetro, para la conexión de las cintas de goteo con las mangueras se instalaron gomas e iniciales de 16 mm, cuatro adaptadores machos de 1/2" y cuatro tapones roscados, en el sistema de riego se hicieron dos secciones con dos válvulas esferas de 1". Para el equipo de bombeo se instaló una bomba centrífuga de 1 1/2 "hp marca Franklin con 1 litro / seg de descarga.

### **Frecuencia del riego**

Debido al tipo de suelo, el riego fue aplicado a cada dos días y 2 horas de riego para logra un bulbo más grande y así la planta no presenta síntomas de deficiencia de humedad.

### **Descripción del material vegetativo.**

La semilla utilizada en la investigación fue el frijol (*phaseolus vulgaris* L.) de la variedad pinto Americano.

### **Preparación**

La deshierba se realizó, con un azadón y talache para quitar toda la maleza que el terreno presentaba para el desarrollo del experimento.

### **Zanjeado para el goteo subterráneo y construcción de camellones**

Una vez limpio el terreno se conectó las mangueras de goteo RAM y las cintas de goteo AGUATRAX se instalaron en zanjas de 20 cm de profundidad previamente al centro de los camellones. Después de haber instalado las laterales de goteo se prosiguió a la construcción de los camellones, en total se construyeron 17 camellones de 22 cm de longitud y 60cm de ancho a 150 cm de separación.

### 3.4. Metodología de aforo

#### Aforo de la manguera RAM

Metodología.

- Contando con una lectura de presión con un manómetro graduado en pies (que registro 48 pies) y 90 pies de carga en el cabezal de control.
- Se colocaron 6 recipientes en cada orificio de goteo, se utilizó un cronómetro para la toma del tiempo de aforo.
- Se realizaron 2 repeticiones con un tiempo de 5 min.
- Se aforo el volumen de agua colectado con una probeta como se muestran en las imágenes y se prosiguió a calcular el caudal de cada manguera.

**Cuadro 3.4.1.** Datos de aforo

recipiente	tiempo (min)	Vol. (ml)
1	5	185
2	5	194
3	5	189
4	5	191
5	5	189
6	5	207
Suma		1155
Media		192,5
Caudal		2,310 LPH



**Figuras. 3.3.1.** Aforo de la manguera RAM.

### 3.5 Parámetros de observación

#### Germinación de la semilla

La germinación de la semilla del frijol fue a los 15 días después de la siembra y debido a que algunas semillas no germinaron se prosiguió a la resiembra. Ver **Figura 3.3.2.**



**Figura 3.3.2.** Germinación de la semilla con acolchado Negro (AN) y Bicapa (AB).

### **Medición de la planta**

La toma de datos de la altura, ancho, y largo de la hoja de la planta de frijol, se tomaron 10 plantas de cada uno de los acolchados analizados en total fueron 20 plantas de las cuales tomamos datos por semana. Ver **Figura 3.3.3.**



**Figura 3.3.3.** Medición de la altura de planta del frijol.

En el acolchado negro la floración de la planta fue más rápida que en el Bicapa.



**Figura 3.3.4.** Principio de la fase reproductiva (R6) floración.

### Produccion.

En la produccion fue sumamente mayor en el acolchado negro porque todas las plantas se adelantaron en la produccion y mientras que en el acolchado bicapa fue más tardía.



**Figura 3.3.5.**Producción de ejote fase R7 (formación de la vaina)



**Figura 3.3.6.** Ejotes de planta con acolchado bicapa AB)



**Figura 3.3.7.** Produccion de ejote con acolchado Negro (AN)

### **Toma de datos del ejote**

Los datos tomados del ejote, fue largo y ancho del ejote, además el peso de los ejotes por planta



**Figura 3.3.8.** Medición del largo del ejote.



**Figura 3.3.9.** Medición del ancho del ejote.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

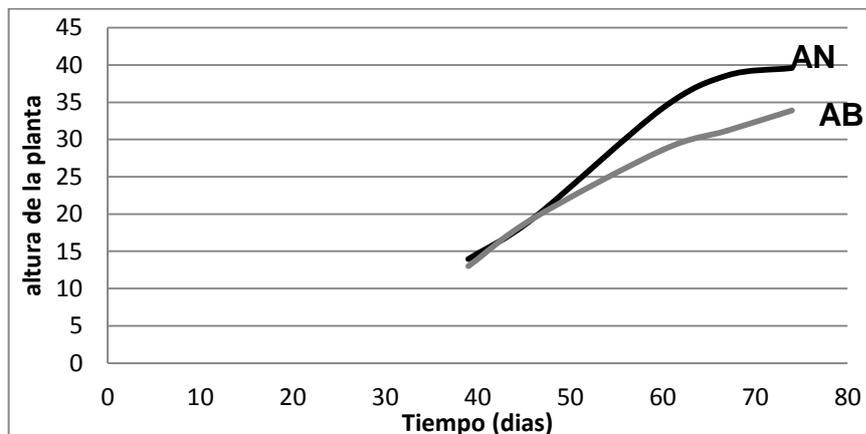
### 4.1. Altura de la planta.

Después de los 60 días de crecimiento las diferencias en tamaño observadas en las plantas con acolchado negro (AN) fueron apreciables con el acolchado bicapa (AB). De los 60-74 días las plantas alcanzaron altura de 40 y 34 cm respectivamente en acolchado negro (AN) y acolchado Bicapa (AB) como se muestra en el cuadro 4.1.

**Cuadro 4.1.** Datos de altura de planta.

Días de desarrollo	Altura (AN)	Altura (AB)
39	13,95	13
46	19,4	19,4
60	34,2	28,6
67	38,6	31,2
74	39,6	33,9

Las curvas de crecimiento muestran en acolchado Negro (AN) mayor altura que acolchado Bicapa (AB). Debido a que el acolchado negro presenta la menor reflexión (9%) acercándose a las características propias de un cuerpo negro, que absorbe un 91% de la radiación solar, produciendo un efecto de micro invernadero elevando la temperatura del suelo, que aumenta la solubilidad de los nutrientes aprovechados por las raíces de la planta. Mientras que el bicapa, disminuye la temperatura de suelo, aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta, actúa como espejo reflejando la luz y rebotando hacia el follaje. (PAPASEIT, PERE. 1997)



**Figura 4.1.** Efecto de dos tonalidades de acolchado plástico en el crecimiento del frijol.

## 4.2. Área foliar de la planta

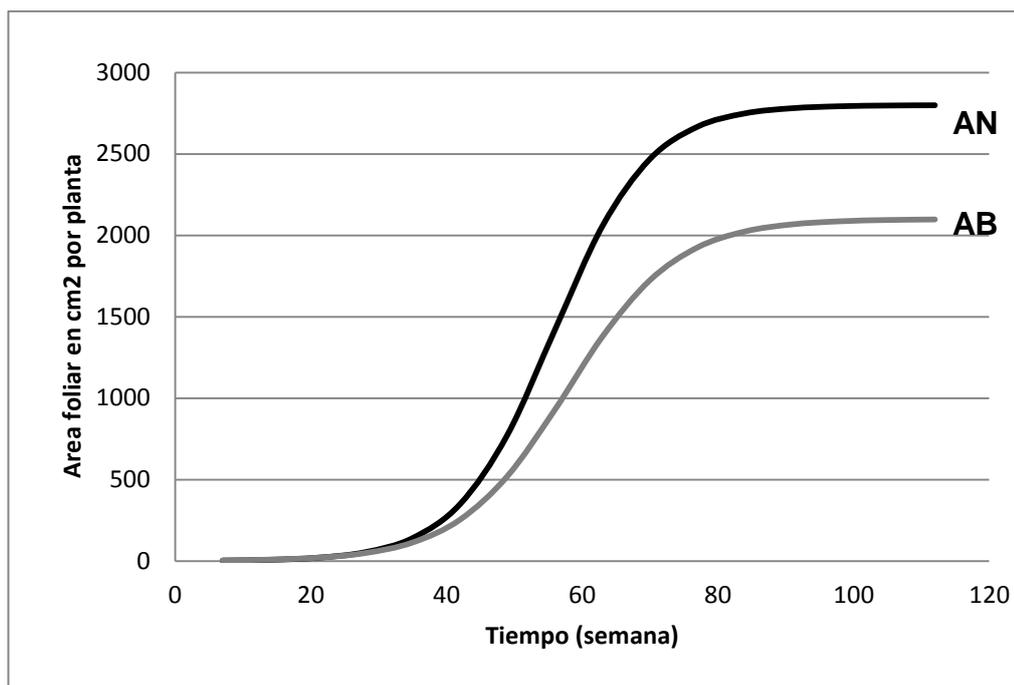
Después de los 56 días las diferencias en el área foliar en las plantas con acolchado negro (AN), fueron mayores que con el acolchado bicapa (AB). Empezando a notar a los 50 días que las plantas, alcanzaron un área foliar de 1421 cm<sup>2</sup> y 930 cm<sup>2</sup> inducidas respectivamente por el acolchado negro (AN) y acolchado Bicapa (AB) como se muestra en el cuadro 4.2.

Las funciones de crecimiento basados en una regresión logística muestran la tendencia del área foliar acumulada, durante el ciclo vegetativo del frijol alcanzando un área foliar total de 2667 cm<sup>2</sup> y 1925 cm<sup>2</sup> por efecto del acolchado plástico negro (AN) y bicapa (AB) respectivamente. Las cuales se pueden apreciar en la Figura 4.2

Las variables de crecimiento fueron estimuladas positivamente por el acolchado negro en comparación con el acolchado bicapa observando en altura de planta un incremento del 14% y un aumento en el área foliar del 40%. (Negro mejor que el bicapa)

**Cuadro 4.2.** Datos de área foliar observados en frijol con acolchado negro (AN) y acolchado bicapa (AB).

DDS	Acolchado negro	Acolchado bicapa	In Afn	In Afb	Funciones de crecimiento basada en una regresion logistica		
39	208,9	161,3	2,51798211	2,48650694	7	2,82724517	3,58802209
46	541,5	381,6	1,42811309	1,50477596	14	7,59324737	8,60699507
60	2165,5	1444,1	-1,22756927	-0,78923323	21	20,3350855	20,5776623
67	2165,6	1467,6	-1,22777307	-0,84186159	28	54,0445289	48,8086653
74	2586	1842,6	-2,49189154	-1,9683016	35	140,803473	113,653594
y max	2800	2100			42	349,130513	253,981284
		a=	7,88672353	7,24775258	49	775,768949	522,035711
		b=	-0,14138027	-0,12533873	56	1421,39833	930,409699
		r=	-0,98386834	-0,98588029	63	2058,05051	1379,05331
					70	2469,12987	1724,96985
					77	2667,15151	1925,86977
					84	2749,10265	2023,8976
					91	2780,86277	2067,66649
					98	2792,85597	2086,43127
					105	2797,34028	2094,33573
					112	2799,01079	2097,64066



**Figura 4.2.** Crecimiento del área foliar en el frijol pinto Americano

### 4.3. Número de ejotes en el primer corte

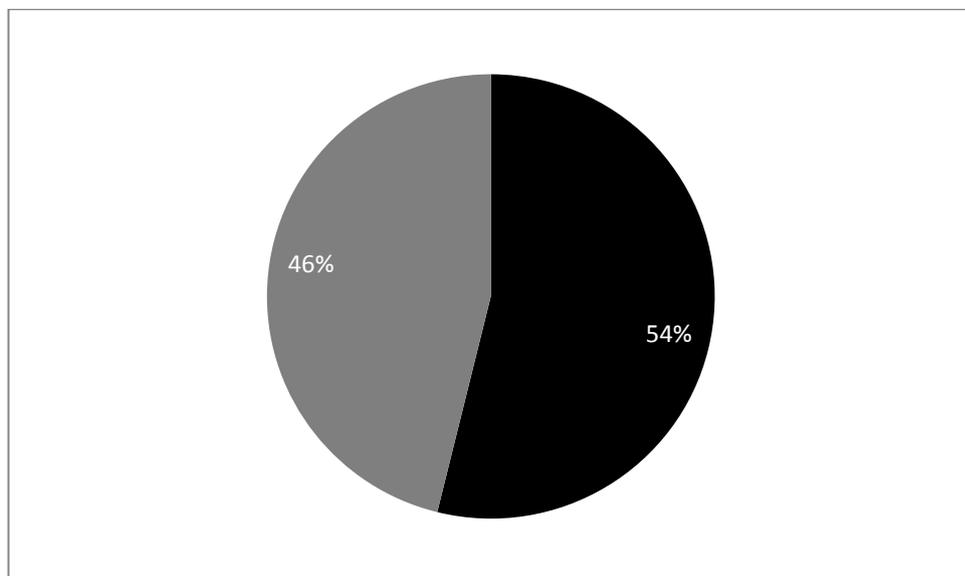
La producción promedio de ejotes en el primer corte, fue de 27 ejotes/planta y de 23 ejotes/planta para el acolchado negro (AN) y el acolchado bicapa (AB) respectivamente como se reporta en el cuadro 4.3. La mayor área foliar encontrada con el acolchado negro está relacionada con la mejoría de los rendimientos dado que al ver más hojas hay mayor formación de carbohidratos derivados de la fotosíntesis.

**Cuadro 4.3.** Datos de cantidad de ejotes

Planta	AN	AB
	# Ejotes	# Ejotes
1	28	12
2	25	21
3	25	0
4	21	30
5	32	0
6	18	36
7	27	31
8	21	37
9	38	28
10	31	33
Media	26,6	22,8

En las plantas con acolchado negro se obtuvo un 54% de la producción de ejotes, mientras que en el acolchado bicapa las plantas produjeron un 46%. Como se puede apreciar en la Figura

Los resultados de producción fueron sorprendentes en el acolchado negro (AN), por los factores del film, mientras que en el acolchado Bicapa (AB) tuvimos resultados menores y algunas plantas se tardaron en producir.



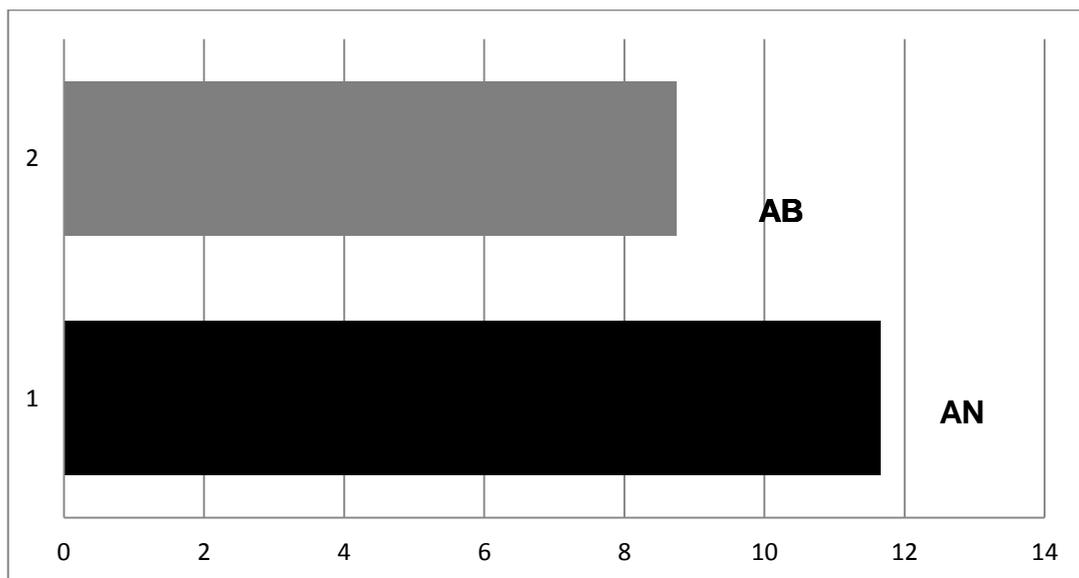
**Figura 4.3.** Cantidad de ejotes por plata en el primer corte.

#### **4.4. Largo y ancho del ejote**

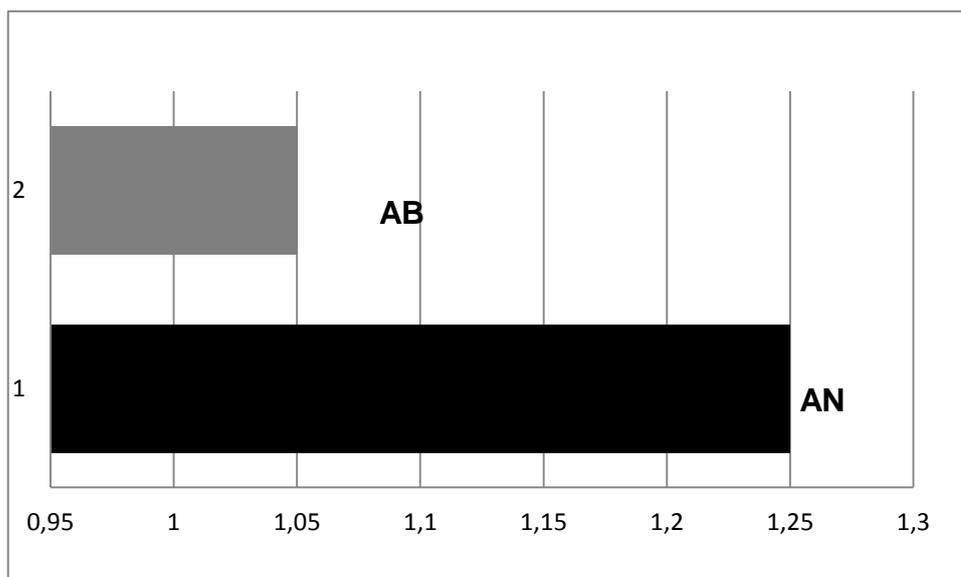
La variación del ejote se nota fuertemente debido a que el acolchado negro (AN) adelantó su producción, mientras el bicapa estaba en la fase R7 (llenado de Vaina) por eso la falta de ejote se puede notar en algunas plantas. Ver Cuadro 4.4

**Cuadro 4.4.** Datos de ancho y largo del ejote.

Planta	AN		AB	
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)
1	9,5	1,2	12	1,1
2	12,4	1,2	11,5	1
3	11	1,1	0	0
4	11,5	1,3	10	1,4
5	11	1,2	0	0
6	12,9	1,5	12,5	1,4
7	12,8	1,2	10	1,3
8	12	1,4	10	1,7
9	12	1,1	9,5	1,3
10	11,5	1,3	12	1,3
Media	11,66	1,25	8,75	1,05



**Figura 4.4.** Largo del ejote en el primer corte.



**Figura 4.5.** Ancho del ejote en el primer corte

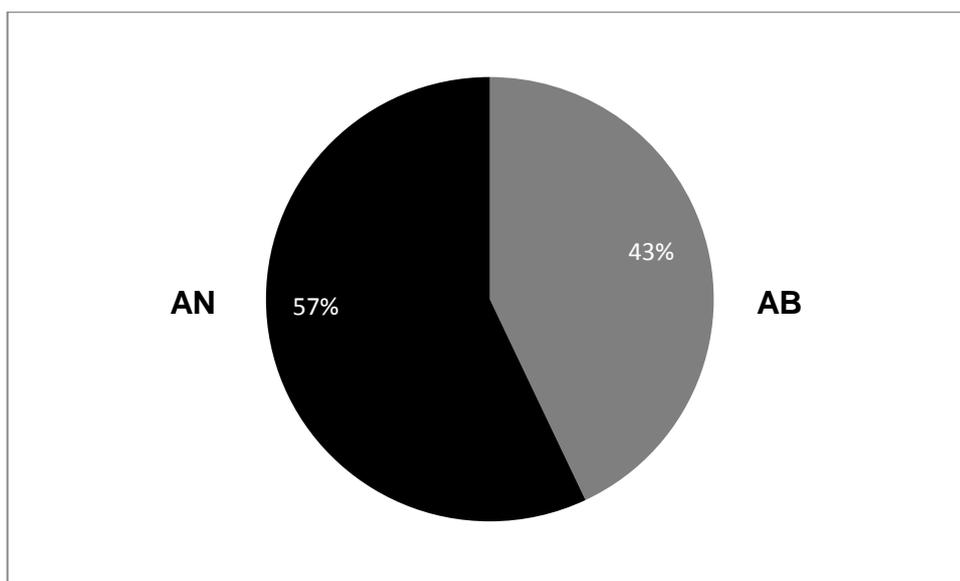
#### 4.5. Peso del ejote en el primer corte (gr)

**Cuadro 4.5.** Datos de peso del ejote por planta en el primer corte. Obtuvimos una Decisión falsa debido a que algunas plantas del acolchado bicapa (AB) no tenían ejote cuando hicimos el corte.

Planta	AB	AN
1	61	96
2	68	130
3	0	90
4	65	90
5	0	132
6	130	92
7	111	105
8	144	72
9	90	130
10	120	110
Media	78,9	104,7
Desv	47,72305522	19,47331507
Prueba T student		0,159213435
Valor T student		1,468552843
Valor t student de tabla al 5%		2,10092204
<b>Decisión</b>		<b>FALSO</b>

Las diferencias inducidas en producción no se manifestaron claramente en el primer corte, encontrando plantas sin ejote en el acolchado bicapa, sin embargo la tendencia indicó en el acolchado negro mayor precocidad y todas las plantas dieron ejote.

El peso fue mayor en el acolchado Negro (AN) que el acolchado Bicapa (AB), debido a que el número de ejotes por planta fue mayor en el negro.



**Figura 4.6.** Peso del ejote cosechado en el primer corte.

#### 4.6. Número de ejotes por planta en el segundo corte

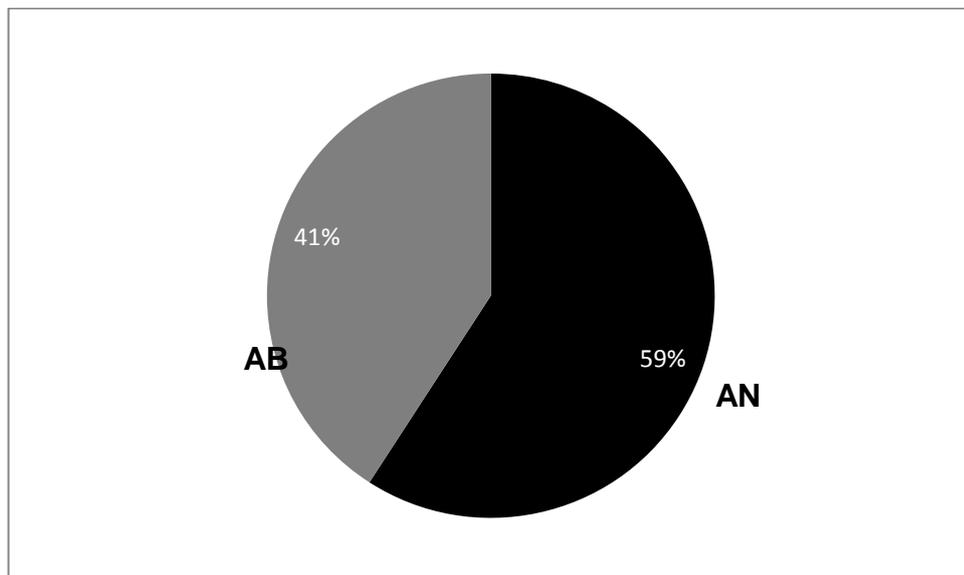
El número de ejotes se ve reflejado en el segundo corte, menor número de ejotes, con producción en todas las plantas, que el primer corte.

**Cuadro 4.6.** Datos de cantidad de ejotes por planta en el segundo corte

Planta	AN	AB
	# ejotes	# ejote
1	18	5
2	16	6
3	12	7
4	14	9
5	15	13
6	12	12
7	11	11
8	15	10
9	20	18
10	16	12
<b>Media</b>	14,9	10,3

La transmitancia de onda corta de las películas plásticas vario de 0.01 hasta 0.84, y la reflectancia de onda corta va desde 0.01 hasta 0.48 en 1.5 m, la reflectancia con acolchado blanco y aluminizado.

La transmitancia de radiación infrarroja vario desde 0.87 por el acolchado negro biodegradable hasta 0.09 por el material (película plateada). Las temperaturas del aire a 5 cm fueron similar para todos los acolchados probados, y fueron típicamente de 3° a 5° C mas alta que el aire a 1.5 m durante el día. Las temperaturas del suelo al mediodía fueron mas elevadas por dentro de la película plástica con alta absorbancia de onda corta (acolchado Negro), con acuerdo con la literatura de los autores **(Ham, Kluitenger y Lamont, 1993)**.



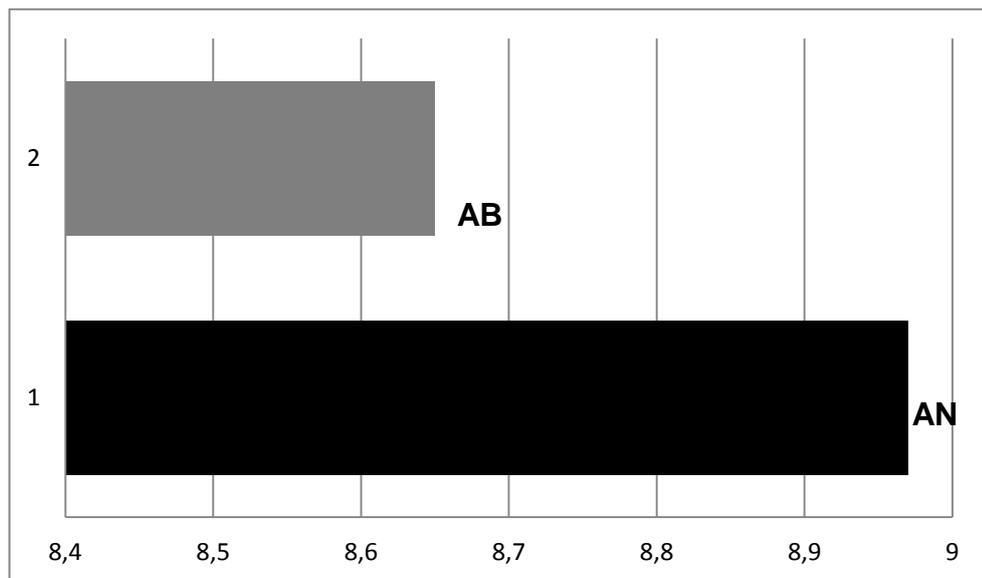
**Figura 6.7.** Cantidad (%) de ejote por planta en el segundo corte

#### **4.7. Ancho y largo del ejote en el segundo corte.**

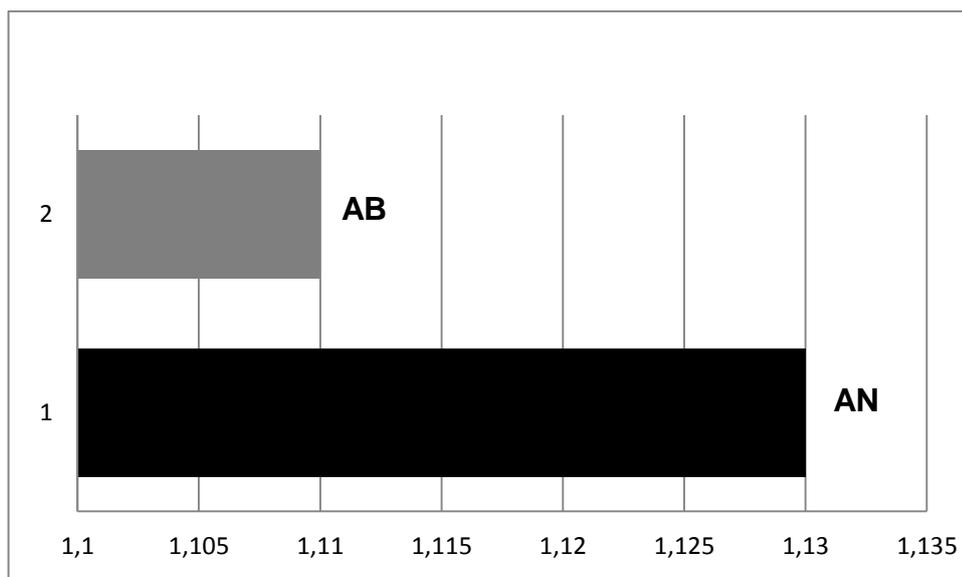
Los datos que se muestran a continuación, no variaron en el segundo corte, se mantuvo uniforme en lo que es el ancho y largo del ajote. Ver Cuadro 4.7.

**Cuadro 4.7.** Datos de ancho y largo del ejote.

# planta	AN		AB	
	largo (cm)	ancho (cm)	largo (cm)	ancho (cm)
1	9	1,2	8	1
2	10	1,2	7,5	1
3	8,6	1	8	1
4	9,1	1	10	1
5	8	1	8	1
6	8	1,5	10	1,4
7	7,5	1	8	1
8	11	1,4	8	1,7
9	8,5	1	9	1
10	10	1	10	1
media	8,97	1,13	8,65	1,11



**Figura 4.8.** Largo del ejote en el segundo corte



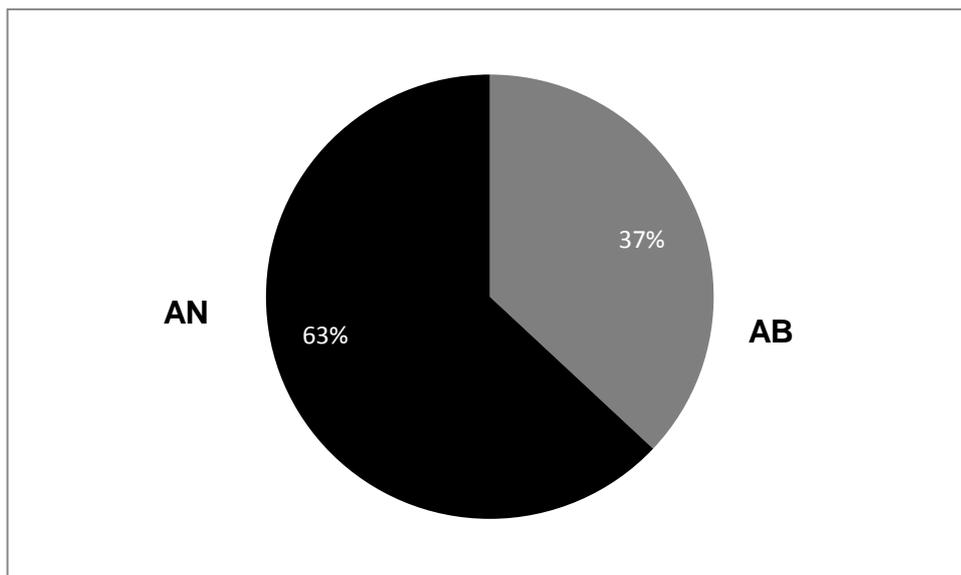
**Figura 4.9.** Ancho del ejote en el segundo corte

#### 4.8 Peso del ejote en el segundo corte (gr)

La diferencia entre acolchados fueron estadísticamente significativas en el segundo corte, debido a que hubo mayor producción en acolchado negro que en el bicapa, como se ve en el cuadro 4.8.

**Cuadro 4.8.** Datos de pesos del ejote (gr) comparados con la T Student.

# planta	AB (gr)	AN (gr)
1	34	84
2	28	90
3	26	56
4	25	45
5	24	89
6	65	48
7	98	45
8	25	48
9	52	78
10	24	100
<b>Media</b>	40,1	68,3
<b>Desv.</b>	23,38995511	20,75114455
<b>Prueba T Student</b>		0,01460253
<b>Valor T Student</b>		2,701581601
<b>Valor t student de tabla al 5%</b>		2,10092204
<b>Decisión</b>		AB diferente AN



**Figura 4.10.** Peso del ejote cosechado en el segundo corte.

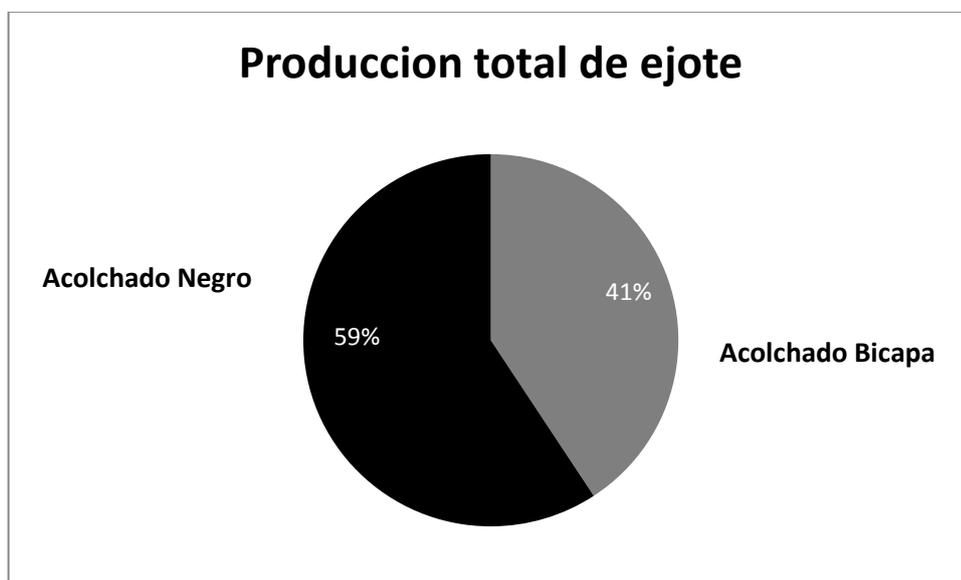
#### 4.9. Total de producción de ejotes

La producción de ejotes en las plantas de frijol pinto americano bajo dos tonalidades de acolchado plástico resultó estadísticamente diferente como lo demostró la prueba T Student. Como se observa en el cuadro 4.9 un rendimiento mayor se obtuvo en el acolchado negro. Por ser el que más guarda calor y humedad promoviendo que los nutrientes se disuelvan y así la planta los aprovecha con facilidad, elevando la actividad fotosintética.

**Cuadro 4.9.** Datos de la producción total de ejotes.

# planta	AB	AN
1	95	180
2	96	220
3	26	146
4	90	135
5	24	221
6	195	140
7	209	150
8	169	120
9	142	208
10	144	210
Media	119	173
Desv	60,95079983	37,08908195
Prueba T student		0,038491998
Valor T student		2,232915492
Valor t student de tabla al 5%		2,10092204
<b>Decisión</b>		AB diferente AN

En una plantación comercial de frijol la mejor sugerencia sería cultivar esta especie con riego por goteo subterráneo, con acolchado negro, debido al rendimiento y mejor crecimiento, en la prueba de T Student demostró estadísticamente significativos..



**Figura4.11.** Produccion total de ejotes del experimento.

#### **4.10. La clorosis férrica en frijol.**

Comúnmente la clorosis férrica se expresa en plantas cultivadas en suelos calcáreos de escasa precipitación pluvial y puede reducir hasta el 100 % el rendimiento de grano de las variedades susceptibles de frijol (Clark, 1991)

La deficiencia de hierro limita la síntesis de clorofila y puede agravar el síntoma de amarillamiento intervenal afectando severamente el crecimiento y la producción.

Se recomienda corregir esta deficiencia aplicando algún quelato de hierro al suelo como el Sequestrene 138 fe (Fe EDDHA) o asperjando al follaje AlFe(fitorregulador enriquecido con hierro). De otra manera no se aprovechan todos los beneficios del fertirriego NPK y la plasticultura.



**Figura 4.12.** Clorosis férrica en frijol

## V. CONCLUSIONES

- El acolchado negro (AN) demostró resultados sorprendentes en comparación al acolchado bicapa (AB) tanto en altura, ancho y largo de hojas; como en producción de ejote por lo que las respuestas aceptables con el acolchado negro prometen rendimientos que superan al Bicapa.
- En largo y ancho del ejote no fueron afectados por la tonalidad de la película plástica.
- El bicapa resultó menos eficiente en el experimento realizado, por los factores fotosintéticos que impiden que la planta se desarrolle, contiene dos capas una plateada hacia arriba deflector de la luz solar y una opaca hacia abajo que utiliza como conservadora de energía, no aprovechada por las propiedades ópticas del tipo de plástico.
- En una plantación comercial de frijol la mejor sugerencia sería cultivar esta especie con riego por goteo subterráneo, con acolchado negro, debido al rendimiento y mejor crecimiento, evaluada en esta investigación.
- Adicionalmente el acolchado negro tiene las ventajas de adelantar la producción por ser el que más retiene radiación solar, conserva más humedad en el suelo haciendo que los nutrientes se disuelvan más rápido quedando a su disposición de la planta, pueda aprovecharlos realizando más actividad fotosintética.
- La deficiencia de hierro causa un amarillamiento intervenal que limita la síntesis de clorofila, afectando de ligeramente a severamente el crecimiento y la producción del frijol según el grado de los síntomas, recomendando el quelato de Sequestrene 138 fe (Fe EDDHA).

## VI. RECOMENDACIONES

- Para tener mayor producción se recomienda acolchado negro con riego subterráneo.
- Cuando la planta presenta síntomas de clorosis férrica se recomienda corregir esta deficiencia aplicando algún quelato de hierro al suelo como el Sequestrene 138 Fe (Fe EDDHA) o asperjando al follaje AlFe (fitorregulador enriquecido con hierro). De otra manera no se aprovechan todos los beneficios del fertirriego NPK y la plasticultura
- En una plantación comercial de frijol la mejor sugerencia sería cultivar esta especie con riego por goteo subterráneo, con acolchado negro, debido al rendimiento y mejor crecimiento

## VII. LITERATURA CITADA

**ASERCA. 1997.** Frijol. Claridades Agropecuarias, No. 44.

**FAO (2008).** Base de datos estadísticos. Disponible en:  
<http://www.fao.org>. Consultado 26/09/2008.

**Ham Jay M, G.J. Kluitenberg and W.J. Lamont, 1993.** Optical Properties of Plastic Mulches Affect the Field Temperature Regime. Journal of the American Society for Horticultural Science, vol. 118 No. 2. 188-193 pp.

**PAPASEIT, PERE. 1997.** Los plásticos y la agricultura. Creciendo juntos = Plastics and agriculture: Growing Together Reus, España. Ediciones de Horticultura. 1997. 204 cm. 52 p.

**ROBLEDO, F. y MARTIN, L. 1988.** A aplicación del plástico en la agricultura. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa. 573 pp.

**Rodríguez, F., Escoto D. y Quan S. 1997.** Producción Artesanal de Semillas una Alternativa para el Pequeño Agricultor 1995-1996.. SAG-DICTA. Tegucigalpa, M.D. C., Honduras, C. A. 21 pp.

**ROBLES SANCHEZ (1990).** Producción de granos y forrajes. Editorial limuza. 595 pp.

**Lara, Vázquez, Olivares y Pissani. 2004.** tolerancia a clorosis férrica de diferentes cultivares de frijol en suelos calcáreos. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 27 (núm. Especial 1). 44-46 pp.

**Megh R. Goyal. 2007.** Manejo de riego por goteo. Universidad de Puerto Rico – Recinto de Mayagüez, PO Box 5984, Mayagüez, Puerto Rico 00681-5984.

**SAG-DICTA-SAVE/GTZ. 1998.** Manejo Integrado de la Mosca Blanca. Proyecto Sanidad Vegetal/GTZ. Tegucigalpa, M. D. C. Honduras, C. A.

Revista Experts for Growth. Hakaphos 18x18x18.

**SAGAR. 2000.** Situación actual y perspectiva de la producción de Frijol en México 1990 – 2000.

<http://www.sfa.gob.mx/simarbc/descargas/PRESENTACIONES/RIEGOSP RESURIZADOS.pdf>

[http://abe.ufl.edu/carpena/files/pdf/zona\\_no\\_saturada/estudios\\_de\\_la\\_zona\\_v6/p033-038.pdf](http://abe.ufl.edu/carpena/files/pdf/zona_no_saturada/estudios_de_la_zona_v6/p033-038.pdf)

<http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/589/1/Copia%20de%20T3166.pdf>

<http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=1996/MX/MX96018.xml;MX9600088>

<http://journal.ashspublications.org/content/118/2/188.short>

## VIII Apéndice

### 8.1 Datos de plantas del frijol en acolchado Negro

Planta		Hoja			área foliar
#	Tamaño (cm)	# de hojas	Ancho(cm)	Largo (cm)	cm2
1	13,5	8	5	6	180
2	15	9	5	6,5	219,375
3	13,5	8	5	5,5	165
4	14	12	4,5	5	202,5
5	13	8	4	5	120
6	14	11	4,5	5	185,625
7	14,5	8	5	6	180
8	15	11	5	6	247,5
9	13	12	5	6,5	292,5
10	14	12	5,5	6	297
media	13,95	9,9	4,85	5,75	208,95

Datos de planta en la primera lectura

Planta		Hoja			área foliar
#	Tamaño (cm)	# de hojas	Ancho (cm)	Largo (cm)	cm2
1	20	20	6	8	720
2	18	18	6	7	567
3	18	17	5	6	382,5
4	18	21	5	6	472,5
5	20	17	5	5,5	350,625
6	20	17	4,5	6	344,25
7	20	20	6	8	720
8	20	19	6	7	598,5
9	20	20	6	7	630
10	20	20	6	7	630
media	19,4	18,9	5,55	6,75	541,5375

Datos de planta en la segunda lectura

Planta		Hoja			área foliar
#	Tamaño (cm)	# de hojas	Ancho (cm)	Largo (cm)	cm2
1	33	57	6	8	2052
2	33	58	6	8	2088
3	35	56	6	7	1764
4	34	59	6,5	7	2013,375
5	35	56	6	8	2016
6	34	59	6	8	2124
7	33	62	6,5	7	2115,75
8	35	61	6,8	8	2488,8
9	35	65	7	7	2388,75
10	35	62	7	8	2604
<b>media</b>	34,2	59,5	6,38	7,6	2165,4675

Datos de la planta en la tercera lectura.

Planta		Hoja			área foliar
#	Tamaño (cm)	# de hojas	Ancho (cm)	Largo (cm)	cm2
1	38	57	6	8	2052
2	38	58	6	8	2088
3	40	57	6	7	1795,5
4	40	60	6,5	7	2047,5
5	41	57	6	8	2052
6	35	59	6	8	2124
7	36	62	6,5	7	2115,75
8	40	61	6,8	8	2488,8
9	38	65	7	7	2388,75
10	40	62	7	8	2604
<b>media</b>	38,6	59,8	6,38	7,6	2175,63

Datos de la planta cuarta lectura.

Planta		Hoja			área foliar
#	Tamaño (cm)	# de hojas	Ancho (cm)	Largo (cm)	cm2
1	40	72	6	8	2592
2	40	73	6,5	8	2847
3	41	68	6,5	7	2320,5
4	40	65	6,5	7	2218,125
5	42	75	6	8	2700
6	35	69	6	8	2484
7	40	73	6,5	7	2491,125
8	40	73	6,8	8	2978,4
9	38	68	7	7	2499
10	40	65	7	8	2730
<b>media</b>	<b>39,6</b>	<b>70,1</b>	<b>6,48</b>	<b>7,6</b>	<b>2586,015</b>

Datos de la planta quinta lectura.

## 8.2 Datos de la planta con acolchado bicapa.

Planta		Hoja			área foliar
#	Tamaño (cm)	# de hojas	Ancho(cm)	Largo (cm)	cm2
1	13	8	4	6	144
2	13,5	8	4,5	6,5	175,5
3	14	8	4,5	5,5	148,5
4	13	9	5	5,5	185,625
5	10	7	4,5	6	141,75
6	13	9	4	5,5	148,5
7	14	8	5	6	180
8	13	8	4	6,5	156
9	13	8	5	6	180
10	13,5	7	4,5	6,5	153,5625
<b>media</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>4,5</b>	<b>6</b>	<b>161,34375</b>

Datos de la planta en la primera lectura

Planta		Hoja			área foliar
#	Tamaño (cm)	# de hojas	Ancho (cm)	Largo(cm)	cm2
1	20	17	5	7	446,25
2	20	16	5	6,5	390
3	20	15	4,5	6	303,75
4	18	15	5	6,5	365,625
5	17	14	5	6	315
6	19	17	4,5	5,5	315,5625
7	21	18	5	6	405
8	21	18	5	6,5	438,75
9	19	18	4,5	6	364,5
10	19	18	5	7	472,5
<b>media</b>	19,4	16,6	4,85	6,3	<b>381,69375</b>

Datos de la planta en la segunda lectura

Planta		Hoja			área foliar
#	Tamaño (cm)	# de hojas	Ancho (cm)	Largo (cm)	Cm2
1	28	38	5,6	7	1117,2
2	29	38	5,8	6,5	1074,45
3	29	49	6	6	1323
4	32	50	7	6,7	1758,75
5	30	51	5,8	6,4	1419,84
6	30	53	5,6	6	1335,6
7	26	55	7	6,5	1876,875
8	25	54	6	6,5	1579,5
9	28	56	6	6	1512
10	29	55	5	7	1443,75
<b>media</b>	28,6	49,9	5,98	6,46	<b>1444,0965</b>

Datos de la planta en la tercera lectura

Planta		Hoja			área foliar
#	Tamaño (cm)	# de hojas	Ancho (cm)	Largo (cm)	cm2
1	30	40	5,6	7	1176
2	35	41	5,8	6,5	1159,275
3	29	49	6	6	1323
4	32	50	7	6,7	1758,75
5	30	52	5,8	6,4	1447,68
6	30	53	5,6	6	1335,6
7	30	56	7	6,5	1911
8	34	55	6	6,5	1608,75
9	32	56	6	6	1512
10	30	55	5	7	1443,75
<b>media</b>	<b>31,2</b>	<b>50,7</b>	<b>5,98</b>	<b>6,46</b>	<b>1467,5805</b>

Datos de la planta en la cuarta lectura.

Planta		Hoja			área foliar
#	Tamaño (cm)	# de hojas	Ancho (cm)	Largo (cm)	cm2
1	31	45	6	7,5	1518,75
2	40	50	6	7	1575
3	30	58	6	7	1827
4	34	59	7	7,5	2323,125
5	31	50	5,8	6,5	1413,75
6	31	50	5,6	6,1	1281
7	35	60	7	7	2205
8	36	62	6	7,5	2092,5
9	38	65	6	7	2047,5
10	33	68	6	7	2142
<b>media</b>	<b>33,9</b>	<b>56,7</b>	<b>6,14</b>	<b>7,01</b>	<b>1842,5625</b>

Datos de la planta en la quinta lectura

### 8.3 Peso del ejote en la primera lectura.

planta	AB	AN
1	61	96
2	68	130
3	0	90
4	65	90
5	0	132
6	130	92
7	111	105
8	144	72
9	90	130
10	120	110

Peso del ejote en (gr)

Planta	AN	AB
	# Ejotes	# Ejotes
1	28	12
2	25	21
3	25	0
4	21	30
5	32	0
6	18	36
7	27	31
8	21	37
9	38	28
10	31	33

Datos del ejote.

Planta	AN		AB	
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)
1	9,5	1,2	12	1,1
2	12,4	1,2	11,5	1
3	11	1,1	0	0
4	11,5	1,3	10	1,4
5	11	1,2	0	0
6	12,9	1,5	12,5	1,4
7	12,8	1,2	10	1,3
8	12	1,4	10	1,7
9	12	1,1	9,5	1,3
10	11,5	1,3	12	1,3

Datos de ancho y largo.

#### 8.4 Datos del ejote en la segunda lectura.

# planta	AB	AN
1	34	84
2	28	90
3	26	56
4	25	45
5	24	89
6	65	48
7	98	45
8	25	48
9	52	78
10	24	100

Datos del ejote.

Planta	AN	AB
	# ejotes	# ejote
1	18	5
2	16	6
3	12	7
4	14	9
5	15	13
6	12	12
7	11	11
8	15	10
9	20	18
10	16	12

Datos de los ejotes.

# planta	AN		AB	
	largo (cm)	ancho (cm)	largo (cm)	ancho (cm)
1	9	1,2	8	1
2	10	1,2	7,5	1
3	8,6	1	8	1
4	9,1	1	10	1
5	8	1	8	1
6	8	1,5	10	1,4
7	7,5	1	8	1
8	11	1,4	8	1,7
9	8,5	1	9	1
10	10	1	10	1

Datos de largo y ancho de ejotes.



Parcela del experimento



## Germinación del frijol



## Detalle de instalación



Planta con síntoma de clorosis férrica.



Planta en floración.





Toma de altura de planta de frijol





Figura. Frijol con acolchado negro



Figura.Principio de ejote



Produccion

