

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Fertilización foliar en calidad de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)
variedad Flor de Junio Marcela, bajo condiciones de temporal.

Por:

PÉREZ LABRADA FABIÁN

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

**Fertilización foliar en calidad de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)
variedad Flor de Junio Marcela, bajo condiciones de temporal.**

Por:

PÉREZ LABRADA FABIÁN

TESIS

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

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

APROBADA POR:

M.C. JOSÉ ÁNGEL DANIEL GONZALEZ
PRESIDENTE DEL JURADO

Biol. TERESA RUIZ DE LEON
SINODAL

M.C. ROBERTO ESPINOZA ZAPATA
SINODAL

Dr. MARIO E. VAZQUEZ BADILLO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Coordinación

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio del 2011

DEDICATORIA

A MIS PADRES: *Sra. Ma. Adela Labrada Rodríguez y Sr. Hipólito Pérez Olvera*. Por haberme brindado el mejor regalo que se pueda pedir: el don de la Vida. GRACIAS!!!

A MIS HERMANOS Y HERMANAS: *Santiago, Nancy, Elizabeth, María de Jesús, Pablo, Juan, Miguel, Noé, Iliana, Esperanza, Marilú*.

Con los cuales me tocó vivir la infancia, llena de limitaciones, pero compensadas por esos momentos de alegrías y reflexión. Porque de ellos recibí su apoyo, comprensión y consejos, que han estado a mi lado y, que han compartido secretos y aventuras que solo se viven entre hermanos. A todos ellos, porque fundamentalmente hemos vivido las mismas historias, mismos pesares y mismas alegrías. A cada uno de ellos GRACIAS.

Especial dedicatoria a Marilú y Esperanza, mil gracias por su esfuerzo y sacrificio de todos los días, por los buenos cimientos que plasmaron en mi para no caer a pesar de lo fuerte que sea la tormenta, GRACIAS!!!

A Pablo, por el apoyo económico brindado durante mi formación académica, por su amistad y confianza. GRACIAS!!!

A MIS SOBRINOS, en especial a Leonardo y Paola, gracias por su alegría, inocencia y quietud.

Si fui capaz de ver el horizonte, fue gracias a que pude apoyarme en hombros de gigantes: MI FAMILIA.

A Mari Carmen López Pérez: por haberme demostrado aspectos que creía perdidos en esta humanidad, por su confianza, cariño y apoyo, mil gracias Mari!!!

Dedicado a toda la fuerza obrera, que forjan la riqueza del país. A los grupos étnicos y los campesinos del país; que día a día, de sol a sol, trabajan en su milpa sembrando su cultura, sus saberes, su existencia... sembrándose ellos mismos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Gracias por abrigarme en tus aulas y campos experimentales durante mi formación profesional. Gracias por forjar en mi los valores críticos y visión humanista, GRACIAS ALMA TERRA MATER.

A mis asesores:

Al M.C. José Daniel, por haber enriquecido mis conocimientos prácticos y teóricos, así como por confianza y amistad. Por haber puesto sobre mis manos tan importante investigación, así como por su asesoría.

Al M.C. Roberto Espinoza Zapata, por su colaboración, participación, orientación y opinión del presente trabajo.

A la Biol. Teresa, por su colaboración, participación, orientación y opinión del presente trabajo.

A todos mis profesores, por compartir sus conocimientos e inspirarme a seguir cultivándome en este camino de ciencia agrícola.

A mis amigos que considero son valorables, quienes caminaron junto con migo por esta senda caótica, a cada uno de ellos de quienes se aprendió: Ing. Agustín, Ing. Adrian, Alejandro, Carlos Antonio, Elvia, José Luis, el Juan, Manuel de Jesús, Mari Carmen, Olga, Rocío.

Especialmente a Mari Carmen López por sus aportaciones y observaciones en este trabajo. Gracias Mari.

*Todo fluye, todo cambia, nada permanece...
"no podemos bañarnos dos veces en el mismo río,
porque el río cambia... y ...
porque nosotros no somos los mismos".*

Heráclito de Éfeso (544-484 a.d.e.)

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- Objetivos.....	3
1.2.- Hipótesis.....	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1.- Generalidades del frijol.....	4
2.1.1.- Descripción morfológica.....	4
2.1.2.- Plagas y enfermedades.....	4
2.1.3.- Requerimientos agroclimáticos.....	5
2.1.4.- Superficie, rendimiento e importancia.....	6
2.2.-Producción de semillas.....	7
2.2.1.- Concepto de semilla.....	7
2.2.2.- Calidad de semilla.....	8
2.2.3.- Pruebas de calidad de semillas.....	9
2.2.3.1.- Peso de 1000 semillas.....	10
2.2.3.2.- Sanidad de semillas.....	10
2.2.3.3.- Prueba de germinación estándar.....	11
2.2.4.- Latencia y dormición de semillas.....	13
2.2.4.1.- Pretratamientos.....	15
2.2.5.- Condiciones que afectan la calidad de la semilla.....	15
2.2.5.1.- Almacenamiento.....	15
2.2.5.2.- Temperatura.....	16
2.2.5.3.- Humedad.....	17
2.2.5.4.- Prácticas de cultivo.....	17
2.3.- Fertilización.....	20
2.3.1.- Fertilización edáfica.....	20
2.3.2.-Fertilización foliar.....	22
2.3.2.1.- Fertilización foliar química.....	22
2.3.2.2.- Fertilización foliar orgánico-mineral.....	26

III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1.- Descripción del sitio.....	30
3.2.- Características agroclimáticas.....	30
3.3.- Procedimiento.....	30
3.4.- Diseño experimental.....	32
3.5.- Material genético.....	32
3.6.- Tratamientos.....	33
3.7.- Variables.....	33
IV.- RESULTADOS.....	38
4.1.- Determinación del peso de 1000 semillas.....	38
4.2.- Efecto de la fertilización foliar en la calidad física de semilla de frijol.....	40
4.3.- Efecto de la fertilización foliar en la calidad sanitaria de semilla de frijol.....	42
4.4.- Efecto de la fertilización foliar en la calidad fisiológica de semilla de frijol.....	46
4.5.-Análisis de correlación de Pearson y regresión lineal.....	57
V.- DISCUSIÓN.....	62
5.1.- Efecto de la fertilización foliar en la calidad física de semilla de frijol.....	62
5.2.- Efecto de la fertilización foliar en la calidad sanitaria de semilla de frijol.....	63
5.3.- Efecto de la fertilización foliar en la calidad fisiológica de semilla de frijol.....	64
5.4.- Correlación de Pearson y Regresión Lineal.....	67
VI.- CONCLUSIÓN.....	67
VII.- LITERATURA CITADA.....	68

ÍNDICE DE CUADROS

Nº		Pág.
1	Rangos del peso de 1000 semillas de algunas especies.....	10
2	Tratamientos, fuentes y dosis aplicados en cultivo de frijol.....	33
	Datos climáticos presentes durante periodo fenológico del cultivo de	
3	frijol Flor de Junio Marcela, Saltillo, Coahuila. 2010.....	38
	Cálculo del peso de 1000 semillas de frijol Flor de Junio Marcela,	
4	Saltillo, Coahuila. 2010.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº		Pág.
1	Regresión lineal para variable semilla buena, respecto al P1000S.....	59
2	Regresión lineal para plántula normal-porcentaje de germinación.....	59
3	Regresión lineal para peso fresco de hipocotilo-porcentaje de germinación.....	60
4	Regresión lineal para peso seco de hipocotilo-porcentaje de germinación.....	60
5	Regresión lineal para peso fresco de hipocotilo-porcentaje de plántulas normales.....	61
6	Regresión lineal para peso seco de hipocotilo-porcentaje de plántulas normales.....	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
	Comportamiento de variable peso de 1000 semillas de frijol Flor de Junio	
1	Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	41
	Sanidad de semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes	
2	fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010	43
	Porcentaje de plántulas normales, anormales, semilla muerta y semilla	
3	dura de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	50
	Comparación del peso fresco y peso seco de hipocotilo de plántulas	
4	normales de frijol Flor de Junio Marcela.....	53
	Emergencia y germinación de semillas de frijol Flor de Junio Marcela,	
5	tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	56

ÍNDICE DE TABLAS.

Nº	Pág.
1	40
ANVA para variable peso de 1000 semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	
2	41
Comparación de medias para variable peso de 1000 semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	
3	42
ANVA para variable semilla sana de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	
4	43
Comparación de medias para variable semillas sana de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	
5	44
ANVA para variable semilla enferma de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	
6	44
Medias para variable semilla enferma de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	
7	45
ANVA para variable semilla picada frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	
8	45
Comparación de medias para variable semilla picada frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	
9	46
ANVA para variable plántulas normales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	
10	46
Comparación de medias de plántulas normales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	
11	47
ANVA para plántulas anormales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	
12	48
Comparación de medias de plántulas anormales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	
13	48
ANVA para semilla muerta de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila 2010.....	

14	Medias de variable semilla muerta de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	49
15	ANVA para semilla dura de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	49
16	Medias para semilla dura de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	50
17	ANVA para variable peso fresco de hipocotilo de plántulas normales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	51
18	Comparación de medias de variable peso fresco del hipocotilo de plántulas normales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares orgánicos bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	52
19	ANVA para variable peso seco del hipocotilo de plántulas normales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	52
20	Comparación de medias para variable peso seco del hipocotilo de plántulas normales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	53
21	ANVA para porcentaje de emergencia de semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	54
22	Medias del porcentaje de emergencia de semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	54
23	ANVA para variable porcentaje de germinación de semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	55
24	Comparación de medias del porcentaje de germinación de semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	56
25	Coefficientes de correlación de Pearson para la variable P1000S - Sanidad de semillas de frijol Flor de Junio Marcela tratadas con fertilización foliar bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	57
26	Coefficientes de correlación de Pearson para calidad fisiológica de semilla frijol Flor de Junio Marcela tratadas con fertilización foliar, bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila. 2010.....	58

RESUMEN

Fertilización foliar en calidad de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)
variedad Flor de Junio Marcela, bajo condiciones de temporal.

La calidad de la semilla es uno de los factores más importantes en la producción de semillas. Para este propósito se estableció el experimento con el fin de evaluar el efecto de la fertilización foliar en la calidad de la semilla de frijol. Durante el ciclo otoño-invierno de 2010 se sembró frijol Flor de Junio Marcela bajo condiciones de temporal, en campos experimentales de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (Saltillo, Coahuila, México), las pruebas de laboratorio se desarrollaron en el Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología en Semillas adscrito a esta Universidad. Se utilizó diseño Bloques Completos al Azar; con ocho tratamientos y diez repeticiones en campo; y para laboratorio cinco tratamientos con veinte repeticiones. Los tratamientos fueron T1) AlgaEnzimS[®] (75 l/ha); T2) Ferty Quo[®] (500 g/lote); T3) Humus líquido de lombriz (15 l/ha); T4) AlgaEnzimS[®] (150 l/ha); T5) Ferti Plus[®] (120 l/ha); T6) Humus líquido de lombriz (30 l/ha); T7) Testigo absoluto y T8) Humus líquido de lombriz (45 l/ha). Se tomaron en consideración las variables: calidad física, calidad sanitaria y calidad fisiológica y análisis de correlación. Los fertilizantes foliares indujeron una disminución en el P1000S, Ferty Quo[®] presentó el peso más bajo con 328.1495 g. A pesar de que no hubo diferencias significativas en el porcentaje de semilla picada y semilla enferma, la calidad sanitaria de la semilla se vio favorecida con la aplicación de AlgaEnzimS[®] (75 l/ha) y Ferti Plus[®] (120 l/ha), indujeron un 90 y 86% de semilla sana. En cuanto a la calidad fisiológica se refiere, todos los tratamientos indujeron una cantidad mayor de plántulas normales, menor presencia de plántulas anormales, mayor peso fresco y peso seco de hipocotilo; siendo los tratamientos 1 y 4 los que mostraron mejores respuestas. No se presentó mayor % de emergencia como respuesta a la fertilización foliar, sin embargo el % de germinación resultó favorecido, Ferti Plus[®] (83.1%); humus líquido de lombriz (30 l/ha) (83.9%); AlgaEnzimS[®] (75 l/ha) (85.9%), alcanzando máxima germinación, 86.9%, con

AlgaEnzimS[®] (150 l/ha). Se obtuvieron correlaciones negativas entre P1000S con semilla sana, % de germinación con plantulas normales, % germinación con peso fresco de hipocotilo, siendo favorecida dicha correlación con el tratamiento humus líquido de lombriz (30 l/ha). La fertilización foliar influye en la calidad sanitaria y fisiológica del frijol Flor de Junio Marcela no obstante, la calidad física de la semilla no se ve favorecida.

Palabras clave: calidad, semilla, fertilización, foliar, germinación.

I.- INTRODUCCIÓN

El frijol es un cultivo de importancia mundial (González *et al.*, 2008) debido al gran valor en la alimentación humana (Muruaga *et al.*, 1993). En México se cultivan más de setenta variedades (FIRA, 2009), en una superficie de 1'880'550 ha con un rendimiento promedio de 0.709 ton/ha (SIAP-SAGARPA, 2011), siendo el 87% producida bajo temporal (González *et al.*, 2008).

La fertilización es determinante para proporcionar al cultivo los nutrientes necesarios y obtener altos rendimientos (COSUDE *et al.*, 2010), destaca la fertilización foliar ya que actúa rápidamente (Woo *et al.*, 2002), utilizada de manera conveniente, optimiza la nutrición de los cultivos y la capacidad productiva de las cosechas (Trinidad y Aguilar, 1999).

Se reportan trabajos en los cuales la fertilización es fundamental en la calidad de los cultivos, así Villanueva (2008) trabajando con calabacita Zucchini Grey determinó que composta, biodegradado líquido de lombricomposta y fertilizante químico mejoran la altura de planta y la longitud del fruto, así como el porcentaje de plántulas normales, vigor y peso volumétrico. Béjar *et al.*, (2000) reportan un efecto significativo de la fertilización fosfatada y potásica (0-90-30) sobre la calidad física y fisiológica de la semilla de alfalfa variedad INIA-76. Por otra parte, Zepeda *et al.*, (2002) demostraron que al aplicar los fertilizantes NV3[®], NV4[®], NV5[®], miel de abeja y Semi-maz[®] de manera foliar a híbridos de maíz se incrementó significativamente el porcentaje de germinación de la semilla, así como el peso seco de la parte aérea, de raíz y de plántula.

En el cultivo de frijol se han realizado varios estudios, dentro de los cuales se destacan los reportados por Elizalde (2006) quien fertilizando con humus de lombriz y humus enzimático bajo sistema de riego por goteo en frijol canario mostró un impacto significativo en el aumento del rendimiento del grano. Por su parte Martínez *et al.*, (2000) encontraron que variedades de frijol Negro, Blanco, Pinto Americano, Bayo y Peruano responden de manera positiva a la aplicación

foliar de AlgaEnzimS[®], ya que induce mayor número de nudos y aumenta la longitud de los entrenudos.

En cuanto a la calidad de la semilla de frijol mediante fertilización foliar, se reportan trabajos como los de Abencerraje y De la Garza (1986), quienes determinaron que fertilizar con líquido biodegradado de estiércol bovino (250 l/ha) en frijol, aumenta significativamente el rendimiento, el número de vainas por planta, además de reducir los días a la floración, días formación de vainas y días a madurez fisiológica. De igual manera asperjando Bayfolán se obtuvo un máximo rendimiento de grano de frijol (1146.0 kg/ha), mayor peso de cien semillas, máximo número de vainas por planta (11.6) y más precocidad (Sancé, 1998). Por otra parte Espinosa (1994), no encontró una respuesta significativa asperjando Nitrofoska a diferentes densidades de familias de frijol; ya que las variables rendimiento de semilla, días a floración, días a madurez fisiológica, peso de semillas, número de vainas por planta, semillas por planta y calidad fisiológica, no se vieron afectadas por la fertilización foliar.

La producción de frijol bajo temporal en México es altamente vulnerable, debido a suelos pobres en nutrientes, altos precios de insumos (Serrano, 2005) y a las condiciones climáticas, y sobre todo a la baja disponibilidad de semilla de alta calidad (González *et al.*, 2008).

De la Torre (1992), considera factible la modificación de algunas prácticas de manejo (preparación del terreno, labranza, tipo de fertilización), por lo que el presente trabajo pretende conocer la respuesta de fertilización foliar en la calidad de semilla de frijol variedad Flor de Junio Marcela, bajo condiciones de temporal, que coadyuve a productores a mejorar la calidad de grano de frijol; para así aumentar de manera considerable los rendimientos por unidad de superficie, generando mejores ganancias económicas y a su vez generar información técnica.

1.1.- OBJETIVOS

GENERAL

Determinar el efecto de la fertilización foliar en la calidad física, sanitaria y fisiológica de semilla de frijol variedad Flor de Junio Marcela, bajo condiciones de temporal.

ESPECÍFICOS

Determinar la dosis óptima recomendable de fertilización foliar en el cultivo de frijol variedad Flor de Junio Marcela, bajo condiciones de temporal.

Determinar correlaciones entre las variables en estudio.

1.2.- HIPÓTESIS.

Ho – La fertilización foliar influye en la calidad física, sanitaria y fisiológica de semilla de frijol variedad Flor de Junio Marcela.

Ho – Al menos uno de los fertilizantes foliares aplicados mejora la calidad de la semilla de frijol variedad Flor de Junio Marcela.

Ho – Las variables en estudio presentan algún grado de correlación.

Ha – La fertilización foliar no influye en la calidad física, sanitaria y fisiológica de semilla de frijol variedad Flor de Junio Marcela.

Ha – Ninguno de los fertilizantes foliares aplicados mejora la calidad de la semilla de frijol variedad Flor de Junio Marcela.

Ha – Las variables en estudio no presentan algún grado de correlación.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Generalidades del frijol

2.1.1.- Descripción morfológica

El frijol es una planta herbácea, de ciclo anual, pertenece a la familia de las leguminosas, con raíz pivotante, tallo epigeo corto y robusto (pudiendo ser de tipo I determinado arbustivo, tipo II indeterminado arbustivo, tipo III indeterminado postrado o tipo IV indeterminado trepador), de guía voluble que puede o no estar presente, con pubescencias cortas y rígidas las hojas excepto las dos primeras, con nervadura reticulada, compuestas alternas, pecioladas, trifoliadas provistas de estípulas persistentes; las flores son hermafroditas y agrupadas en racimos; el fruto es verdadero, de carpelo carnosos y dehiscente, es una vaina con diferente número de granos; generalmente entre cinco y seis semillas que se asemejan a un riñón (Serrano, 2005; CIAT, 1983). La semilla de frijol está formada por cotiledones y embrión, una vez germinada se distinguen: radícula, plúmula, epicotilo, hoja primaria, yema apical e hipocotilo (Moreno, 1984).

Arias *et al.*, (2007) mencionan que el ciclo biológico de la planta de frijol se divide en dos fases sucesivas, que abarcan diez etapas: fase vegetativa (germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada) y la fase reproductiva (prefloración, floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración).

2.1.2.- Plagas y enfermedades

Muruaga *et al.*, (1993) reportan que en el cultivo del frijol las principales plagas son mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*), picudo del ejote (*Apion godmani* y *A. aurichalceum*), conchuela del frijol (*Epilachna varivestis*), minador (*Liriomyza spp.*), *Díabrotica spp.*, Gorgojos (*Acanthoscelides obtectus*). Mientras que las enfermedades de mayor incidencia son: virosis (incluye mosaico común, dorado y moteado clorótico), tizón común (*Xanthomonas*

campestris pv. *phaseoli*), tizón de halo (*Pseudomonas phaseolicola*), roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), pudrición de raíces o pudrición del tallo (*Rhizoctonia solani*), Amarillamiento (*Fusarium oxysporum* sp. *phaseoli*), Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*) y Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) (IICA, 2008).

2.1.3.- Requerimientos agroclimáticos

El frijol se cultiva en todas las regiones del país, bajo todas las condiciones de clima y suelo, gracias a las 70 variedades de frijol que se distribuyen en 7 grupos: negros, amarillos, blancos, morados, bayos, pintos y moteados (FIRA, 2009). Sin embargo es muy vulnerable a las condiciones climatológicas que prevalecen durante el ciclo productivo, ya que cerca del 84% de la superficie destinada a este cultivo se localiza en tierras de temporal aunada a la baja disponibilidad de agua (Cuéllar y Covarrubias, 2005). La temperatura ideal para el desarrollo de este cultivo oscila entre 10°C y 27°C, la planta es muy susceptible a condiciones extremas; exceso o falta de humedad, por tal razón debe sembrarse (a una profundidad de 2 a 4 cm) en suelos profundos de textura franco limosa (aunque también tolera texturas franco arcillosas) y bien drenados, con buenas propiedades físicas; crece bien en suelos con pH entre 5.5 y 6.5, de topografía plana y ondulada (FIRA, 2009; Arias *et al.*, 2007).

El comportamiento de los elementos atmosféricos influye decididamente en el cultivo del frijol, los más determinantes son las condiciones pluviales pero sobre todo su distribución; ya que puede ocasionar alargamiento del ciclo vegetativo, deficiencias en el período de mayor demanda, caída de estructuras fructíferas que impide la secuencia fenológica de la fase reproductiva (Ventura, 1991). Arias *et al.*, (2007) mencionan que el fotoperiodo afecta la fenología y morfología de la planta, el frijol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en

la floración y la madurez; cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días.

Barrios y López (2009), quienes utilizando variedades de frijol tipo Flor de Mayo, Flor de Junio, 11 variedades criollas recolectadas en los estados de Querétaro, Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Aguascalientes, determinaron un valor promedio de 8.3 °C como óptimo mínimo para el desarrollo del frijol, en el estado de México en 2005.

Por su parte González *et al.*, (2008) quienes trabajando con las variedades de frijol Flor de Junio Marcela y FJ07001, Flor de Mayo Anita y Flor de Mayo Noura, Pinto Durango y Pinto Saltillo, Azufrado 26 y Azufrado Noroeste, en Celaya, Guanajuato, durante el ciclo agrícola 2006, registraron en el ciclo otoño-invierno condiciones de temperatura de 6 y 30 °C mínima y máxima respectivamente, y una precipitación acumulada de 362 mm durante el ciclo del cultivo, encontrando que el mayor porcentaje de germinación estándar fue mayor en la variedad Flor de Junio Marcela.

2.1.4.- Superficie, rendimiento e importancia

En México, la superficie total destinada a este cultivo, según reportes del SIAP-SAGARPA (2011) es de 1'880'550 ha de las cuales solo se cosecharon 1'606'820 ha, siendo siniestradas 210'143 ha con una pérdida de 63'587 ha en todo el país; con una producción de 1'138'462 ton y un rendimiento promedio de 0.709 ton/ha. Siendo los Estados de San Luis Potosí, Sinaloa, Chihuahua, Durango y Zacatecas los que mayor participación tienen en el mercado nacional (con 134'475, 140'437, 154'939, 239'882 y 606'012 ha sembradas respectivamente), siendo Zacatecas el Estado con mayor producción (264'315 ton), seguido de Sinaloa con 216'361 ton siendo este mismo quien tiene mayores rendimientos (1.566 ton/ha). Del total de la superficie sembrada 1'594'709 ha son sembradas bajo temporal, en las cuales se obtiene 708'028 ton con un rendimiento promedio de 0.533 ton/ha, siendo los Estados con mayor participación Zacatecas (578'622

ha), Durango (236´190 ha), San Luis Potosí (127´253 ha) y Chihuahua (127´030 ha) con una producción de 220´693, 93´535, 26´152, 85´990 ton respectivamente). El Estado de Chihuahua presenta los mejores rendimientos con 0.689 ton/ha.

El cultivo del frijol a demás de ser de importancia mundial (González *et al.*, 2008) debido al gran valor en la alimentación humana (Muruaga *et al.*, 1993), en México junto al maíz, representan toda una tradición productiva y de consumo, que cumple con diversas funciones de carácter alimentario y socioeconómico; aunado a que está arraigado en nuestra cultura, representa para los productores nacionales una fuente importante de ingresos. Además de no ser producido por empresas trasnacionales, ha resuelto la escasez de otros granos básicos como el trigo o el maíz (Cuéllar y Covarrubias, 2005).

2.2.-Producción de semillas

La producción de semillas se entiende como un programa organizado de un ente regulador para planificar, producir y suministrar continuamente semilla de calidad de acuerdo a demandas del mercado y en base a una metodología previamente establecida. La base de la producción de semillas es el control de calidad: entendido como "prevención de problemas", el cual no tiene un patrón fijo, siendo determinado por el momento y el tipo de control que se desee (Casini, 2007).

2.2.1.- Concepto de semilla

La semilla es la forma de reproducción sexual de las plantas superiores (Antón *et al.*, 2005); siendo la que se obtiene del fruto después de la fecundación de la flor, los frutos o partes de éstos, así como partes de vegetales o vegetales completos que se utilizan para la reproducción y propagación de las diferentes especies vegetales (SAGARPA, 2007).

Según Antón *et al.* (2005) los principales componentes de la semilla son: cubierta seminal o testa (que le confiere de protección); endospermo (reservas de

nutrientes) y embrión (óvulo fecundado. Mientras que externamente se distinguen: el micrópilo (perforación que comunica la semilla con el exterior), el funículo (tejido vascular que conecta al ovulo con la placenta, útil para paso de agua y nutrientes) y el hilo o hilio (cicatriz que queda al desprenderse el funículo).

En el embrión la parte basal del eje, dará lugar a la radícula y del extremo apical de dicho eje saldrá el tallo. El hipocotilo es la zona situada por debajo del punto de inserción de los cotiledones y se prolonga hasta el cuello de la radícula; la parte del tallo que queda por encima de los cotiledones se conoce como epicotilo, el cual una vez germinada, la semilla pasa a denominarse plúmula. Los cotiledones son hojas embrionarias, constituyendo una fuente de reserva, pudiendo o no realizar fotosíntesis (Antón *et al.*, 2005).

2.2.2.- Calidad de semilla

El concepto de calidad de semilla para algunos autores es un grado o padrón de excelencia en ciertos atributos que van a determinar el desempeño de la semilla en la siembra o en el almacén (Hampton, 2001).

Por ende, se define como la capacidad de las semillas, cuyo vigor sea alto, para germinar de manera uniforme y producir una planta normal, con un alto grado de pureza física, varietal y fitosanitaria (Moreno, 1984; CATIE, 2000; CIAT, 1980).

La importancia de la calidad de la semilla es por lo tanto fundamental para conseguir un buen establecimiento de plantas y es el primer paso para lograr un cultivo óptimo (Borrajo, 2006).

De acuerdo al artículo 3ro. de la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (SAGARPA, 2007) publicada en el Diario Oficial de la Federación con fecha de 15 de Junio de 2007, se entiende por calidad de semilla cuatro parámetros fundamentales:

-Calidad Física: medida de la pureza física de la semilla, se expresa como el porcentaje del peso que corresponde a la semilla de la especie, con respecto al peso total de la muestra de un determinado lote.

-Calidad Fisiológica: medida de la capacidad de la semilla para producir material de propagación fisiológicamente viable, se expresa como el porcentaje de semilla fisiológicamente viable, con respecto al total de la muestra de un lote.

-Calidad Fitosanitaria: medida de la sanidad de la semilla que evalúa y determina la presencia o ausencia de organismos patógenos en el lote de semillas.

-Calidad Genética: medida de la identidad genética de la semilla, se expresa como el porcentaje de semillas viables que se identifican con respecto a los caracteres pertinentes de la variedad vegetal.

2.2.3.- Pruebas de calidad en semilla

La necesidad de determinar la calidad de las semillas surgió en Europa, a consecuencia de problemas en la comercialización. En el año 1869, fue creado en Alemania el primer laboratorio de semillas y en 1876, fue publicado el primer Manual de análisis de Semillas. Para 1908 con la finalidad de establecer y padronizar los métodos y los procedimientos se fundó la Asociación de Analistas Oficiales de Semillas de América del Norte, la actual Asociación Oficial de Analistas de Semillas (AOSA), de igual manera en Europa, fue fundada la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA) en 1924 (Novembre, 2001). Los análisis de calidad de semilla se pueden dividir en grandes grupos: pureza, germinación, viabilidad, humedad y peso de mil semillas (Borrajo, 2006). Tales análisis proveen de información a agricultores sobre la aptitud de las semillas para la siembra, además de ser una fuerte norma regulatoria para la producción y comercialización de semillas (Delouche, 2002).

2.2.3.1.- Peso de 1000 semillas

El peso de las semillas verifica su pureza varietal y el grado de uniformidad, por ende, el peso de 1000 semillas es un parámetro fundamental para seleccionar variedades con calidad física y fisiológica (Gutiérrez *et al.*, 2006). El peso que poseen mil semillas es expresado en gramos y varía según la especie e incluso el cultivar (Borrajo, 2006).

Cuadro 1.- Rangos de Peso de 1000 semillas de algunas especies

Especie	Peso (g)
Arroz	20-25
Avena	21-25
Maíz	250-400
Soya	130-180
Sorgo	20-35
Trigo	25-60

2.2.3.2.- Sanidad de semillas

Para la producción de semilla de buena calidad es fundamental que estas estén libres de organismos patógenos (CIAT, 1980). La sanidad de las semillas está dada por la presencia e incidencia de patógenos (hongos, bacterias y virus) portados por las semillas, los cuales son causantes de fallas en la germinación y/o de la producción de plántulas enfermas. De igual manera la presencia de insectiles puede provocar pérdidas en el peso de la semilla, además de contaminación con sus exoesqueletos, pudiendo servir como vectores de enfermedades (Navarrete y Moreno, 1992). Para minimizar los daños en la germinación y para evitar la introducción de patógenos en el campo, es importante conocer el estado sanitario de la semilla a utilizar, y así evitar bajos rendimientos (Gallo *et al.*, 2010).

En un estudio realizado bajo condiciones de temporal se detectaron los hongos *Fusarium sp.*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum lindemuthianum* y *Pythium sp.* los cuales están asociados a la semilla de frijol (Flor de Mayo M38, Azufrado Tapatío,

Pinto Zapata y Pinto Villa), para el Estado de Aguascalientes. La presencia de estos hongos fitopatógenos puede ocasionar semilla de mala calidad, debido a la presencia de alguna estructura reproductora del hongo; esporas, oosporas, zoosporas, esporangios, ascosporas, conidios, micelios, entre otras (Groenewold *et al.*, 2003). Por lo anterior es de vital importancia la sanidad de la semilla, con la finalidad de prevenir todo tipo de enfermedad, así como el tratamiento de la semilla con productos fungistáticos.

2.2.3.3.- Prueba de germinación estándar

Moreno (1984) menciona que las pruebas de germinación tienen el objetivo de obtener información con respecto a la capacidad de las semillas para producir plántulas normales, bajo condiciones adecuadas.

La prueba de germinación se hace con 400 semillas para fines de control oficial, para otros fines con 200 semillas; dichas pruebas son hechas en repeticiones de 50 a 100 semillas cada una, usando papel absorbente, previamente humedecido y cubiertas con otro papel pre-humedecido, enrollándose y colocadas en posición vertical en el germinador; el cual deberá estar a una temperatura constante de 25°C (entre 20 y 30°C), periodo en el cual es importante mantener la humedad de la semilla, tanto el exceso como deficiencia de humedad impiden la germinación de estas. Cuando se usa papel absorbente, el primer conteo se realizará a los cinco días y un segundo conteo a los nueve días (CIAT, 1980 y CIAT, 1981).

Sánchez *et al.*, (2006) definen la germinación bajo un ensayo de laboratorio, como la emergencia y desarrollo de aquellas estructura esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad para producir una plántula normal bajo condiciones favorables; distinguiéndose germinación epígea (en esta los cotiledones son empujados hacia la superficie del suelo por el alargamiento del hipocotilo), e hipógea (la cual se caracteriza porque los cotiledones permanecen en el suelo, siendo la emergencia, por alargamiento del epicotilo). Por su parte Moreno, (1984), define germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas

estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una plántula normal bajo condiciones favorables.

Un análisis fisiológico define a la germinación como, un conjunto de procesos que se producen en la semilla desde que el embrión comienza a crecer hasta que se ha formado una pequeña planta que puede vivir por sí misma, independiente del alimento almacenado en la semilla, presentándose una serie de procesos: imbibición (período durante el cual el agua que rodea a la semilla pasa a través de las envueltas seminales, penetra en su interior y al llegar al embrión, en cantidad suficiente, éste se activa), digestión y transporte de alimentos (liberación de enzimas digestivas que disuelven parte del alimento que es absorbido desde el tejido almacenador hasta el embrión), elongación celular (el embrión utiliza las proteínas, las grasas y los hidratos de carbono, digeridos y absorbidos desde el tejido de almacén de alimentos, para respirar y para alargar sus células, la multiplicación celular no comenzará hasta que no haya terminado este proceso de alargamiento celular) y germinación visual (De la Cuadra, 1992).

Para Delouche (2005), la germinación no es más que la manifestación de la calidad fisiológica de las semillas, la cual se entiende como la capacidad que tiene las semillas de realizar su función primaria de propagación, la cual puede ir de cero a una total y perfecta capacidad.

De la Cuadra, (1992) menciona que para que se lleve a cabo la germinación deben existir una serie de condiciones externas (disponibilidad de agua, temperatura adecuada y luz), e internas (viabilidad, madurez morfológica y fisiológica y permeabilidad al agua y oxígeno).

Para la cuantificación de la germinación, solo se consideran las plántulas que desarrollaron normalmente, conocidas como plántulas normales, distinguiéndose de las demás; que bien pueden ser plántulas anormales, semilla muerta o semilla dura.

Plántulas normales: aquellas que poseen las estructuras esenciales para producir, plantas normales y vigorosas bajo condiciones favorables de agua, luz y temperatura (Moreno, 1984 y CIAT, 1981). Por su parte el CIAT (1980) considera las siguientes características de las plantas normales: raíz primaria bien desarrollada con o sin raíces secundarias, hipocotilo bien desarrollado y con tejidos intactos, epicotilo intacto con un par de hojas primarias desarrolladas y cotiledones intactos.

Plántulas anormales: Moreno (1984) y CIAT (1981) consideran anormales a aquellas que presenten alguna deficiencia en el desarrollo de sus estructuras esenciales, que les impide su desarrollo normal, bajo condiciones favorables, ya sea morfológico o fisiológico. De igual manera el CIAT (1980) considera ciertas características de las plantas anormales: carecen de cotiledones, presentan los cotiledones desintegrados, no muestran hojas primarias, carecen de raíz primaria, no tienen raíz primaria y el hipocotilo es corto y grueso además de tener raíces débiles y el hipocotilo dividido.

Semilla dura: semilla que no expresa su poder germinativo al final de la prueba de germinación, ya que presentan un tegumento con características especiales que impiden la entrada de agua, generalmente cubierta impermeable (Moreno, 1984 y Galussi, 2007).

2.2.4.- Latencia y dormición de semilla

La latencia y la dormición son dos mecanismos que ayudan a la semilla a germinar en los momentos más adecuados para que las nuevas plantas tengan las máximas posibilidades de supervivencia, (De la Cuadra, 1992).

La latencia hace referencia a la incapacidad de una semilla para germinar, debido a que las condiciones ambientales no son las apropiadas para hacerlo, incapacidad que va acompañada del mantenimiento de la viabilidad y de poder germinativo,

que se manifestará cuando dichas condiciones ambientales sean propicias para la germinación, (De la Cuadra, 1992).

Según CATIE (2000), la latencia puede dividirse en dos tipos principales: endógena o del embrión (pudiendo a su vez ser morfológica o fisiológica) y exógena o de la testa (mecánica, física o química):

En la latencia mecánica, la testa es gruesa y dura pero permeable, esto permite la libre absorción de agua y el paso de oxígeno, de manera que el embrión pueda comenzar a desarrollarse y diferenciarse, pero son lo suficientemente fuertes para evitar que la radícula del embrión rompa la testa y emerja.

La latencia química, es causada por la presencia de sustancias químicas localizadas en la testa que inhiben la germinación del embrión.

La latencia física, es causada principalmente por la testa de la semilla.

Por su parte, la dormición de semillas, es la incapacidad de algunas semillas viables para germinar bajo condiciones ambientales apropiadas; esto por causa de alguna restricción interna, la cual impide el desarrollo del embrión, incapacidad que se perderá después de un período de tiempo más o menos largo, (De la Cuadra, 1992 y Cunha, 2005).

Cunha (2005) menciona que son tres los mecanismos de dormancia: dormancia física (relacionada a la impermeabilidad del envoltorio de la semilla al agua); dormancia fisiológica (el embrión, a pesar de físicamente estructurado, completo, no germina por razones tales como balance hormonal inadecuado, impermeabilidad del envoltorio a intercambios gaseosos (oxígeno y gas carbónico) o presencia de compuestos químicos inhibidores) y dormancia morfológica (relacionada al embrión inmaduro).

La dormancia puede acarrear dos tipos de problema: aumento en la cantidad de semillas para la siembra y desarrollo de plantas invasoras en un área de cultivo. (Cunha, 2005).

2.4.4.1.- Pretratamientos

Los tratamientos pre-siembra de la semilla tienen como objetivo mejorar la supervivencia o germinación de estas después de la siembra CATIE (2000).

Entre algunos pretratamientos para romper latencia de semilla se encuentran, para latencia morfológica el uso de humedad, para la latencia fisiológica el uso de frío húmedo. Para la latencia mecánica se recomienda tratamientos con humedad tibia. En el caso de latencia química se recomienda lixivias químicas y tratamientos húmedos. Mientras que para la latencia física se recomienda la escarificación (CATIE, 1999).

Kuruvadi y Piña (1991) determinaron que diferentes pretratamientos en semilla de frijol influyeron directamente en el rendimiento para variedades Río Grande y Durango 222.

2.2.5.- Condiciones que afectan la calidad de semilla

Según CATIE (2000), entre los factores que afectan la calidad de la semilla se encuentran: patogenicidad, secado, almacenamiento, pretratamiento, genética de la semilla.

2.2.5.1.- Almacenamiento

El adecuado almacenamiento de la semilla preserva la viabilidad y calidad de la semilla (CIAT, 1980). Para lograr un mejor acondicionamiento y un mayor potencial de almacenamiento, la semilla debe tener un contenido de humedad no superior al 13%. Considerando que se debe cosechar tan pronto como la semilla alcanza su madurez fisiológica lo que implica que su humedad probablemente esté por encima del 13%, se hace necesario el secamiento, el cual se debe realizar tan pronto como sea posible. Durante el secamiento, la temperatura de la semilla no debe estar por encima de los 40°C. Si contenido humedad de la semilla alto (>18%), no es aconsejable calentar la semilla por encima de los 35°C; si la humedad es inferior a 18%, se puede calentar la semilla hasta los 40°C.

Debiéndose conocer el contenido de humedad en equilibrio, el grado de susceptibilidad a daño mecánico o a la temperatura (el frijol al igual que la soya son muy frágiles), la fecha de cosecha y su coincidencia con el periodo de lluvias, el tiempo disponible de secamiento y la humedad inicial y final de la semilla (Aguirre y Peske, 1988).

Durante el almacenamiento las semillas pueden ser dañadas por impactos, los cuales llegan a mermar su calidad física, fisiológica y sanitaria. Mancera *et al.*, (2007) encontraron que semillas de la porción apical, media y basal de mazorca del híbrido de maíz HS-2 con 10 y 23% de humedad, sometidas a diferentes impactos, respondieron de manera significativa en la calidad fisiológica; 62, 82 y 81%, sin daño visible del 25, 31 y 31%.

Alizaga (1985), determinó en semilla de frijol rojo (México 80) y frijol negro (Pacuara), que almacenarla al 13% de humedad, no tuvieron ningún efecto sobre la germinación, excepto cuando el secado se realiza a 65°C, en el periodo de almacenamiento y la temperatura de secado. En el caso de la semilla almacenada a 16% se encontraron reducciones significativas en el porcentaje de germinación a partir del tercer mes de almacenamiento; el deterioro se incremento conforme se prolongó el periodo de almacenamiento y aumentó la temperatura del aire de secado, así para los nueve y doce meses se presentaron porcentajes menores a 10%.

2.2.5.2.- Temperatura

Soto *et al.*, (1999) precisaron que para semilla de sorgo, la temperatura de secado no ejerce un efecto significativo sobre los valores hasta con 21% de contenido de humedad y secar utilizando una temperatura máxima de 43°C sin afectar la germinación.

2.2.5.3.- Humedad

La humedad en el cultivo de frijol es determinante en la calidad del grano; Acosta *et al.*, (2007) encontraron una reducción altamente significativa entre los contenidos de humedad y el rendimiento, ciclo de cultivo (reducción en sequía) y días a madurez fisiológica de diferentes líneas de frijol Flor de Junio, encontrando mayor susceptibilidad en las líneas UAZ FJ 2 y UAZ FJ 3. Esto indica que la humedad presente durante el desarrollo del cultivo coadyuva a la formación adecuada de los granos de frijol y, por ende se ve reflejado en una mejor calidad de semilla.

Acosta *et al.*, (2009) determinaron que existe un efecto muy marcado del contenido de humedad con el rendimiento, peso seco del vástago, acumulación de biomasa del vástago, días a la madurez fisiológica y etapa de llenado del grano, tratadas con riego auxiliar en temporal, en diferentes tipos de frijol color negro (Negro Durango, Negro Altiplano, Negro Zacatecas, Negro Vizcaya, Negro Otomí, Negro Ontiveros, Negro Z524, Negro 8025 y Negro San Luís) y frijol color claro (Pinto Bayacora, Pinto Mestizo, Pinto Zapata, Pinto Villa, Bayo Zacatecas, Bayo Madera, Flor de Mayo Sol, Flor de Mayo M38, Flor de Mayo Noura, Flor de Mayo 2000, Flor de Junio Marcela, Flor de Junio Victoria, Manzano y Garbancillo Supremo).

Aristizábla y Álvarez (2006) encontraron que someter granos de maíz del híbrido Dekalb 888 a una humedad relativa del 70% influye en la germinación, pues presentaron un 60%.

2.2.5.4.- Prácticas de cultivo

Uno de los factores que son determinantes en la calidad de la semilla son las prácticas culturales que se dan al cultivo, como son: siembra, manejo de malezas, riego y fertilización. Por lo que es fundamental llevar a cabo de la manera más prudente posible tales prácticas.

Por ejemplo, Ayala *et al.*, (2006) trabajando con nueve variedades de frijol ayocote encontraron mayor rendimiento y calidad física de semilla en siembras realizadas en mayo (2003), mientras que en siembras del 17 de junio se obtuvo semilla de mayor calidad fisiológica, debido a una menor exposición al ambiente; siendo las variedades de testa oscura, como Juchitepec y Tequesquihuac, las que mostraron calidad fisiológica y vigor superior con respecto a variedades de testa blanca (Blanco CP y Blanco Tlaxcala).

Ayala *et al.*, (2006) reportaron que nueve variedades de frijol ayocote produjeron mayor rendimiento y calidad física de semilla en siembras realizadas en mayo (2003), mientras que en siembras del 17 de junio se obtuvo semilla de mayor calidad fisiológica, debido a una menor exposición al ambiente.

En otros estudios, Castañeda *et al.*, (2009) al analizar las variables evaluadas observaron que el ambiente de producción tuvo un efecto significativo en las características de calidad de la semilla; el ambiente de invernadero ciclo verano propició condiciones para una mejor calidad de semilla tanto en cebada como en trigo, en promedio, cebada y trigo mostraron 15, 12, 30, 29 y 34% mayor germinación, peso volumétrico, área de la hoja, peso seco de la hoja y peso de mil semillas, respectivamente, que el experimento de campo ciclo verano. Cabe resaltar que la germinación fue más afectada en cebada (25%) que en trigo (4%).

De igual manera el método de trilla reduce de igual manera la calidad de la semilla; se reporta que variedades Bayomex, Canario 107, Flor de Durango y Garrapatero de frijol trillado en forma manual presentó los menores niveles de daño comparados con el método de trilla por apaleo, con tractor y con trilladora, los cuales ocasionaron además una reducción en la calidad fisiológica (hasta en un 42%) en comparación con la trilla manual que logró un 95% de germinación (Leyva *et al.*, 1999).

Respecto a la fertilización Béjar *et al.*, (2000) determinaron un efecto significativo de la fertilización fosfatada y potásica sobre la calidad física y fisiológica de la

semilla de alfalfa variedad INIA-76; encontrando que la mejor combinación de densidad y fertilización, que permitió obtener el mayor rendimiento de semilla, con buena calidad física y fisiológica fue el tratamiento 1 kg de semilla/ha y 0-90-60 de fertilización.

En un trabajo realizado en Venezuela, se encontró que la aplicación de fertilizante edáfico (10,5 g de Nitrato de calcio) y fertilizante foliar (Nitrofoska foliar: 10% N, 4% P₂O₅, 7% K₂O, 0,2% MgO y 0,8% S, al 2% asperjando aproximadamente 10 cm³ a cada planta), en dos variedades de maíz (Santa Ana y Turén 2000), con problemas de dren, no logró recuperar a la planta de los efectos adversos del anegamiento (Meléndez *et al.*, 2006).

Fortis *et al.*, (2009) al evaluar el efecto de la aplicación de diferentes fuentes de fertilización: biocompost (30 Mg/ha), vermicompost (10 Mg/ha) y fertilización química (100P-100K kg/ha) en la producción de forraje de un híbrido de maíz amarillo bajo riego por goteo, obtuvieron que los mayores rendimientos de forraje correspondieron a la vermicompost (64 Mg/ha) y a la biocompost (56 Mg/ha); los relativos a materia seca fueron de 13 Mg/ha y 11 Mg/ha, respectivamente. Mientras que para la proteína cruda los valores en los tratamientos de biocompost (10.41%) y vermicompost (10.23%), se encuentran dentro del valor óptimo (10.33%) del cultivo. En lo que respecta al análisis bromatológico se tiene que el biocompost produjo el mayor valor de fibra ácido detergente (28.68%) así como las mayores cantidades de nitratos, 49.44 mg/kg, un valor de porcentaje de sodio intercambiable de 4.19 y una conductividad eléctrica de 2.85 mS/cm.

La fertilización mineoragánica (utilizando 00N-40P₂O₅-20K₂O, 60N-80 P₂O₅-20 K₂O, 10 t de humus de lombriz y 10 t de humus enzimático) bajo sistema de riego por goteo en el cultivo de frijol variedad canario 2000-INIAA mostró un impacto significativo en el aumento del rendimiento del grano (1'953,54 Kg/ha) (Elizalde, 2006).

Díaz y Ortegón (2006) reportan que en condiciones limitadas de humedad en la región semiárida del norte de Tamaulipas la fertilización química (100-60-00), incrementó el peso de biomasa aérea seca (en 2002 y 2003). Similarmente, tres aspersiones foliares del fertilizante foliar (Grofol[®] 2l/ha) incrementaron el peso de biomasa aérea seca (en 2003); tanto la inoculación de la semilla con *Azospirillum brasilense* como la fertilización química (100-60-00) fertilizante foliar (Grofol[®]) no tuvieron impacto en el peso de grano por planta y rendimiento total en el híbrido de canola Hyola 401.

2.3.- Fertilización

La fertilización es determinante para dar al cultivo los nutrientes necesarios y obtener buenos rendimientos. Para tomar una decisión sobre las dosis y fórmulas de fertilizantes a aplicar es fundamental realizar un análisis de suelo dos meses antes de la siembra a fin que permita conocer las carencias y potencialidades de los diferentes minerales que necesita el frijol (COSUDE *et al.*, 2010).

2.3.1.-Fertilización edáfica

En el cultivo de trigo se determinó que la aplicación de tres niveles de N (0, 50 y 100 kg/ha) en la emergencia del cultivo o al macollaje fueron mayores en los tratamientos donde se aplicó N en forma de urea, respecto al testigo absoluto. Además de que se pudo concluir que las dosis de urea aplicadas al momento de la emergencia del trigo son doblemente eficaces que al aplicarlas en el ahijado a los 3 años (Díaz, 2000).

La fertilización edáfica con urea (46-0-0), U-32 (32-0-0), sulfato de amonio (20-0-0), fosfato monoamónico (11-52-0) en dos aplicaciones (75% en presembrado y 25% durante crecimiento) en la variedad comercial de maíz V-537 C de MACP, no tuvo diferencias significativas para el rendimiento ni para el contenido de proteína siendo el mayor valor, el tratamiento sulfato de amonio con 10.43% de proteína (Álvarez *et al.*, 2005).

En un estudio llevado a cabo en Chile habanero por Dzib y Uribe (2004), encontraron que el número de frutos por planta aumenta significativamente con los tratamientos a base de 18-46-0 + urea + sulfato de potasio, triple 17 y la combinación a base de 18-46-0 + urea + sulfato de potasio y Multik. Esta misma respuesta se observó en el rendimiento, el cual fue de 21.1 y 19.6 t/ha con el triple 17 y la aplicación de 18-46-0 + urea + sulfato de potasio respectivamente. El mejor peso de fruto por planta de 1.584 kg se obtuvo con el tratamiento a base de 18-46-0 + urea + sulfato de potasio y Multik.

El mejor tratamiento para el cultivo de la variedad de avena Saia fue el de 100-120-00, ya que la concentración de ácido fítico se incrementó en 3,56 mg al aumentar de 60 a 100 kg de N/ha, y en 4,40 mg al incrementarse de 40 a 120 kg de fósforo; los aumentos en la concentración de ácido fítico por efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica se reflejaron en el vigor de la semilla de avena (Rivera *et al.*, 2009).

Amado y Ortíz (1999) encontraron que la variedad Pinto Villa mejoró su respuesta con la aplicación de fertilización 80-50-0 de N-P₂O₅-K₂O con 913.8 kg/ha obteniendo a su vez una eficiencia de producción de 0.17 kg de grano de frijol por m³ de agua, sacada de la Laguna Bustillos.

Ramírez (1984), encontró que la mayor producción de frijol (1'364 kg/ha) fue obtenida con niveles de fertilización de 200 kg N y 120 kg de P₂O₅/ha, lo que representa un incremento del 109% comparado con frijol sin fertilizante.

Cabe mencionar que existe la evidencia de que la fertilización química no es óptima en todos los casos, por ejemplo, en un estudio llevado a cabo en Honduras por Haro (1998), quien estudiando el efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo en el rendimiento y rentabilidad del frijol común, concluyó que la utilización de Urea como fuente de N en el cultivo de frijol, aparentemente, no produjo ningún efecto sobre el rendimiento total bajo las condiciones de campo en las que se llevó a cabo el ensayo; si bien afecta a uno de sus componentes, no se refleja

en ningún incremento productivo; por lo que es mejor realizar dos aplicaciones al inicio del ciclo y antes de la floración; mientras que el superfosfato triple como fuente de P no aportó ningún efecto significativo en el rendimiento.

Gomes y Eustáquio (2010) reportan que la suplementación con fertilización a 120 kg/ha de nitrógeno, promovió incremento en la proteína cruda de las variedades de frijol Juriti y Perla (24.1 y 22.3% respectivamente), en V4-3, mientras que la mayor acumulación de proteína soluble se produjo a 90 kg/ha de nitrógeno aplicado, sin tener una influencia significativa en la calidad fisiológica de las semillas.

2.3.2.- Fertilización foliar

La fertilización foliar en forma general permite una inmediata alocación de los fertilizantes aplicados al punto de demanda, de tal forma que un desbalance nutricional puede reponerse más rápido que si la aplicación se hiciera al suelo, permitiendo potencializar efectos de biorreguladores y bioestimulantes, así también permite brindar un grupo de nutrimentos denominados micronutrientes.

Woo *et al.*, (2002) precisan que la fertilización foliar es una herramienta más para la nutrición de la planta, ya que actúa más rápidamente que la fertilización edáfica.

De igual manera Trinidad y Aguilar (1999) consideran la fertilización foliar como una práctica que, utilizada convenientemente, optimiza la nutrición de los cultivos y la capacidad productiva de las cosechas tanto de gramíneas, leguminosas, hortalizas, plántulas de vivero, frutales y especies forestales. Los mismos autores citan que ese debe de considerar como factores que influyen en la fertilización foliar aquellos que corresponden a la planta, el ambiente y la formulación foliar.

2.3.2.1.-Fertilización foliar química

Ferraris *et al.*, (2007) tras la aplicación de N foliar entre los estadios Zadoks 39 a Zadoks 65 de trigo Klein Escorpión y cebada cervecera Scarlett, encontraron un incremento en la concentración de proteína de los granos en condiciones de

suficiencia de N para rendimiento (N 150 y N 125 en trigo y cebada respectivamente).

La aplicación foliar (0.5 y 1 kg/ha) de bórax en papa variedad Diamante, aumentó significativamente el número de frutos y peso del tubérculo comparado con el testigo (Verdugo *et al.*, 2003).

Medel *et al.*, (2003) encontraron cierta respuesta en el tomate de cáscara (en el peso del fruto y la calidad del mismo) al aplicar Bayfolan Forte® de manera foliar.

Velásquez *et al.*, (1994) trabajando con tomate de cáscara variedad Rendidora encontraron que aplicaciones foliares de Nitrophoska, Bayfolan Forte®, Greenzit y Tricel-20 a dosis de 2, 4 y 6 litros o kg/ha no tuvieron efecto sobre la longitud y orqueta, número de frutos por corte, volumen y peso de frutos.

Román *et al.*, (2006) trabajando con tres cultivares de chile (Mirasol, Ancho Rojo y Ancho Mulato) obtuvieron que en el cultivar de chile ancho rojo, el fertilizante foliar Bayfolan (3 g/l), incrementó el número de frutos de chile en fresco (37) y el peso fresco del fruto (3'900 g), mientras que Maxigrow (3 g/l) en chile ancho mulato mostró los mejores rendimientos 28 y 4'250 g de frutos de chile en fresco y peso fresco de fruto por planta, respectivamente. Mientras que para chile Marisol el fertilizante Súper Foli-Plus (3 g/l) aumentó el número de frutos por planta (40) y el peso fresco de estos (1450 g). Sin embargo afirman que las diferencias mostradas en los rendimientos de los tres cultivares de chile se deben de manera fundamental a la interacción entre los materiales genéticos y a los agroquímicos aplicados.

Los fertilizantes foliares mejorados (con aminoácidos y potasio) inducen un mejor crecimiento y producción de chile pimiento morrón variedad California Wonder 300 bajo condiciones de invernadero, en una dosis de 7.5 g de Cosmocel 20-30-10 enriquecido con 3% de aminoácidos, al igual que Fosfacel 800 y Tricel 20 (3% de aminoácidos) aplicado en una dosis de 5 g/l (Espinosa, 2003 y Mendoza, 2004).

En un estudio para mejorar la calidad de plántulas de hortalizas Castro *et al.*, (2003), reportan que la aplicación foliar de Bayfolan Forte® (3 ml/l) más solución nutritiva en brócoli (variedad Fiesta), indujo mayor acumulación de materia seca ($135.56 \text{ mg} \cdot \text{planta}^{-1}$), mayor altura (6.33 cm), mayor invasión de sustrato por la raíz (98.56 %) y mayor área foliar (2423.1 cm^2). Mientras que para plántula de tomate de cáscara (variedad CHF1-Chapingo) no existen diferencias significativas, al igual que en jitomate (variedad Floradade).

Nava *et al.*, (2004) encontraron que la aplicación de fertilizantes foliares (Bayfolan Forte® al 2 %, Gro-Green® al 2 %, Nitrofosca® al 2 %, urea con bajo biuret (urea foliar) al 2 %, fertilizante foliar experimental (FFE) a $7.5 \mu\text{l/litro}$ más urea foliar al 1 % no promovió diferencias estadísticas significativas en rendimiento ni calidad de bulbo de cebolla Early Supreme. La concentración nutrimental de N, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B, fue estadísticamente igual entre tratamientos; los resultados más apremiantes obtenidos son, el incremento de la concentración de K y conductancia estomática más alta $3.28 \text{ (mg} \cdot \text{litro}^{-1})$, con la aplicación foliar de Bayfolan Forte®

Narro *et al.*, (1994) demostraron que en el cultivo de papa variedad Alpha, la fertilización foliar de Raizal 400, estimula (junto con dos complejos de reguladores de crecimiento Biozyme TS y Biozyme TF), en una dosis de $16 \text{ kg} + 5 \text{ cc}$ de BTS/l + 1.5 l de BTF/ha aumentaron el rendimiento significativamente con 50.56 ton/ha . Además de aumentar el crecimiento de la planta, densidad de raíces e índice de área foliar.

En el cultivo de tomate la aplicación de fertilizantes foliares mostró respuestas favorables; la mezcla de fertilizante Superfos + Agro-k ($2+2 \text{ kg/ha}$) mejoraron la calidad del fruto, Foltron plus (3 l/ha) mejoro el fruto mediano y para fruto grande y extra grande en una dosis de 3 kg/ha fue Foli-Gro (en intervalos de aplicación de 10 días); mientras que el rendimiento se vio favorecido con el fertilizante foliar de Grofol (2 kg/ha aplicado cada 5 días), produciendo 133.28 t/ha (Woo *et al.*, 2002).

Trejo *et al.*, (2003) encontraron que en un suelo ácido, el rendimiento de chile jalapeño variedad M, se incrementó hasta 112% con la aplicación del fertilizante foliar NV4, por su lado el pepino variedad Poinsett 76, incrementó más de 100% su producción con la aplicación del fertilizante NV5. Mientras que en las plantas de pimiento morrón cv. California Wonder aplicando fertilizante foliar NV3, la producción no se incrementó notablemente como en los otros dos cultivos.

Fontanetto *et al.*, (2009) reportan que aplicaciones foliares de B (Solubor al 15%) solo o combinado con N (Sol-U al 20%) incrementaron el rendimiento de soja y el número de vainas cuajadas, siendo positiva la relación del número de vainas cuajadas con el rendimiento de soja.

La aplicación de fertilizantes foliares (Biozyme T.F., Implusor, Green Top, Foltron plus y Hardefol) en el cultivo de brócoli no mostro respuestas significativas sobre el rendimiento y calidad del cultivo (Coutiño, 1999).

La fertilización foliar también ha sido utilizada para el manejo de ciertas enfermedades, De Dios *et al.*, (2006) reportan que aplicaciones foliares a 40, 45 y 50 días después de la siembra de 0.5% de nitrato de calcio más metasilicato de sodio a razón de 4 mg/l disminuyó en un 10% el porcentaje de área foliar dañada por el hongo (mildiu), esto en el cultivo de lechuga. A su vez obtuvieron que la calidad de postcosecha de las hojas medidas mediante lecturas SPAD fue mayor en plantas asperjadas con 0.5 y 1% de nitrato de calcio.

En cuanto a calidad de semilla se refiere, Zepeda *et al.*, (2002) demostraron que al aplicar los fertilizantes NV3[®] (macro y micronutrientos a 1%), NV4[®] (macronutrientos a 1%), NV5[®] (micronutrientos a 1%) miel de abeja (a 2%) y Semi-maz[®] (macro y micronutrientos a 3 l/ha), de manera foliar a los híbridos de maíz H-214, H-14 y C-L4, se incrementó significativamente el porcentaje de germinación de la semilla, así como el peso seco de la parte aérea, de raíz y de plántula; los mismos no tuvieron efecto marcado sobre el vigor de la semilla, de

igual manera no mostraron efecto significativo en el rendimiento y calidad física de semilla.

Hernández *et al.*, (1999) reportan que el efecto de la fertilización con NPK sobre la calidad fisiológica de la semilla de cebolla (variedades Cojumatlán y Red Burgundy) expresada en términos de porcentaje de germinación y velocidad de emergencia de plántulas, no es totalmente concluyente, sin embargo aplicaciones de 153-121-26 con un 84% de germinación.

Espinosa (1994), trabajando con familias de frijol bajo fertilización foliar encontró que el fertilizante Nitrofoska no afectó los días a la floración, rendimiento de semilla, aunado a que retardó ligeramente los días a la madurez fisiológica y disminuyó el número de vainas por planta y semillas por planta, además de no ver afectada la calidad fisiológica del frijol. Solo tuvo efectos en el porcentaje de semilla dañada (pues disminuyó al aplicar el fertilizante foliar).

2.3.2.2.-Fertilización foliar orgánico-mineral

Betancourt *et al.*, (2005) aplicando fertilizantes foliares en Liliium (miel de abeja al 2%, NV3), determinaron que existe un incremento en la altura y los días en floreo; siendo la miel de abeja quien mostró un aumento de altura, número de hojas, diámetro basal y apical, peso fresco, así como la calidad de las plantas; mientras que el tratamiento NV3 presentó mayor vida de floreo.

López (2008), reporta que aspersiones de fertilizante foliar TRX mostró diferencias significativas en el número de frutos por planta (6 frutos/planta), los grados Brix (6) y número de flores por planta (12 flores/planta).

Villanueva (2008), trabajando con calabacita variedad Zucchini Grey tratados con composta, biodegradado líquido de lombricomposta y fertilizante químico 120-80-80 (de la mezcla de triple 17 y urea) determinó influencia de estos en el número de hojas (14.37), además de que mejoraron la altura de planta (56.17 cm) y la longitud del fruto (41.83 cm). En las pruebas de calidad por ciento de plántulas

normales (98.44%), vigor y peso volumétrico el biodigestado 50% (4 ml /1 l agua) mas fertilizante 50% (442 g de fertilizante) presentó los mejores resultados.

Toribio (2009), utilizando una mezcla de fertilizantes (Pro-Mix "PGX", vermicomposta, vermiculita, Fertidrip y líquido de lombriz), encontró que no existe influencia de tales fertilizantes en el porcentaje de emergencia. Mientras que para las variables altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, peso fresco de raíz y peso seco de raíz las aplicaciones foliares de 0.5 g de Fertidrip (20-20-20)/ l agua, mostraron los mejores resultados, esto en plántulas de repollo variedad Capitata.

Ramírez *et al.*, (1998) trabajando con sorgo para grano Dekalb-D65 concluyeron que aspersiones foliares de sustancias húmicas (Humitron al 0.125%) inducen un mayor índice de cosecha (26.9%), peso seco de panoja (21.59 grs) y altura final de planta (69.8 cm), así como mayor área foliar y peso seco. Además se conjetura que estas sustancias coadyuvan en con el metabolismo vegetal de la planta.

En un estudio realizado durante 2003 y 2004 en Idaho, USA, por Robles *et al.*, (2009) con semilla de garbanzo concluyeron, que los tratamientos foliares a la semilla con factor de composta líquida (LCF) incrementaron significativamente la densidad de planta, altura de la planta y el rendimiento de garbanzo, mostrando el potencial del LCF para ser empleado solo o en combinación con Apron o Maxim como promotor de crecimiento de plantas.

Los datos obtenido por Cracogna *et al.*, (2000) no avalan ningún efecto benéfico de la fertilización foliar de lombricompuesto sobre el cultivo de maíz PIONEER 3063; seguramente se deba a las bajas concentraciones de los elementos nutritivos presentes en el extracto y a la forma química en la cual se encuentran los nutrientes, lo cual condiciona la eficiencia en la absorción vía foliar.

Barrera *et al.*, (2003) concluyeron que aplicaciones de AlgaEnzimS[®] (1 l/ha) mas composta (12 ton/ha) indujeron en el cultivo de brócoli mayor rendimiento medio en floretes (422.60 g) y mayor área foliar mas florete (1.214 g)

García *et al.*, (2003) determinaron que la aplicación de extractos de algas ACADIAN ATAN 0010FoF y 0029 FoF, en dosis de 1.0 y 2.0 l/ha en cultivo de tomate (híbrido LSL 460), incrementaron el rendimiento de frutos entre un 35 a 68%, observándose mayor firmeza y menor pérdida de peso en los frutos de plantas tratadas con extractos de algas en relación al testigo.

Pérez (2004), concluyó que aplicaciones de AlgaEnzimS[®] (3.75 l/ha), Megafol (0.75 l/ha), Pro Enzim (0.625 l/ha) y Opti suelo (6 l/ha), en chile serrano variedad "Tampiqueño 74" no influyen en la altura de la planta, pero sí para diámetro de tallo (donde Opti suelo resulto mejor, 1.82 cm), precocidad en floración (Megafol, a 27 días) y rendimiento (AlgaEnzimS[®] y Megafol aumentaron en 11 ton/ha la producción comercial de fruto de chile); sin embargo, en costos de producción se recomienda AlgaEnzimS[®].

Martínez *et al.*, (1999) determinaron que aplicaciones del producto AlgaEnzimS[®] indujeron en papa (variedad Gigant) una mayor cantidad de proteína en los tubérculos (9.3%), además de presentar valores de fibra dietética, humedad y ceniza (5.84, 84.56 y 6.20% respectivamente) por arriba del testigo, como respuesta a las aplicaciones del producto en las modalidades: suelo, follaje y suelo-follaje.

Martínez *et al.*, (2000) determinaron que en las variedades de frijol Negro, Blanco, Pinto Americano, Bayo y Peruano la aplicación foliar de AlgaEnzimS[®] (1:600 y 1:300) en diferentes momentos induce mayor número de nudos y aumenta la longitud de los entrenudos.

De igual manera la aplicación de AlgaEnzimS[®] sobre plántulas de 30 días de dos variedades de sorgo (Río Bravo y P-83G66), indujo diferencias significativas para

longitud de tallo, largo y ancho de hoja, número de hojas por planta y ancho de hoja ligulada, así como también para contenido de Mg, Na, K, Mo, Mn, Ni, Cu, Zn y Cd (Martínez *et al.*, 2002).

Barreto (1999), encontró una respuesta positiva en las variables estudiadas (diámetro del tallo, número de guías por planta, longitud de guía principal, análisis de suelo, análisis foliar, rendimiento, calidad de fruto), además de un aumento en el número de frutos/m² (6.4), en los híbridos de melón Santa Fe y Colima, al aplicar AlgaEnzimS[®] (en tres etapas del cultivo), a una dosis de 0.5 l/ha.

Díaz (2005), reporta que la aplicación de AlgaEnzimS[®] líquido y en polvo en diferentes dosis (10, 13.3 y 20 ml/l y 100% en polvo) bajo diferentes tiempos (30, 60 y 120 min), indujo una mayor capacidad germinativa en la semilla de cebolla variedad Lumina (logrando un incremento del 16.6% alcanzar valores de 70% de germinación).

La dosis óptima de fertilizante líquido biodegradado de estiércol bovino en frijol es de 250 l/ha realizando dos aplicaciones: una en el momento de la siembra (125 l/ha), y 30 días después de la primera aplicación el resto, aumenta significativamente el rendimiento, el número de vainas por planta, además de reducir los días a la floración, días a la formación de vainas y días a la madurez fisiológica (Abencerraje y De la Garza, 1986).

En un estudio realizado en frijol, asperjando varios fertilizantes de origen orgánico y químico (Madre cacao, Hierba mora, Neem, Palo de pito, a una dosis de 2 l /17 l de agua, y Bayfolán Forte 50 cc /17 l de agua), se determinó que el mejor tratamiento fue Bayfolán Forte pues obtuvo el máximo rendimiento de grano de frijol (1146.0 kg/ha), mayor peso de 100 semillas, máximo número de vainas por planta (11.6), y más precocidad (60 días a la madurez fisiológica). Aunado a que obtuvo una tasa marginal de retomo de 0.14 (Sancé, 1998).

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- Descripción del sitio

El presente trabajo se realizó en dos etapas; el establecimiento del cultivo se desarrollo en los campos experimentales de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", localizada bajo las coordenadas 25°22' latitud Norte y 101° 00' longitud Oeste, con una altura de 1'589 metros sobre el nivel del mar, Saltillo, Coahuila, México (García, 1973); y las pruebas de laboratorio se llevaron a cabo en el laboratorio de Ensayo de Semillas "M.S. Leticia Bustamante García" del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología en Semillas adscrito al Departamento de Fitomejoramiento de esta Universidad.

3.2.- Características agroclimáticas

Según García (1973), el clima presente en Saltillo se ubica dentro de la clasificación BSokx'(e); que corresponde al tipo seco con relación precipitación/temperatura menor a los 22.9°C, con verano cálido y régimen de lluvias entre verano e invierno, con una oscilación térmica extremosa (7-14°C). El tipo de suelo se encuentra dentro del grupo citosol, rendzina feozem calcárico de textura media a gruesa (INEGI, 1977).

3.3.- Procedimiento

Trabajo en campo.- Durante los meses de julio-octubre del año 2010 se estableció cultivo de frijol variedad Flor de Junio Marcela en los campos experimentales de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila, México. Previa preparación del terreno (barbecho y rastreo), se sembraron 10 surcos (0.70 m de ancho x 126.4 m de largo, con 0.80 m entre surco); dividiendose transversalmente en 8 franjas (para tener un área de 88.48 m²/franja). La aplicación de la fertilización foliar orgánica se realizó el día 04 de septiembre del mismo año, utilizando para ello una bomba de aspersion con capacidad de 20 litros. Los tratamientos establecidos fueron: AlgaEnzimS[®] (75 y

150 l/ha); humus líquido de lombriz (15, 30 y 45 l/ha); Ferty Quo[®] (20-30-10) (500 g/lote); Ferti Plus[®] (120 l/ha) y el testigo, al cual no se aplicó fertilizante. Cabe mencionar que no se aplicó fertilización edáfica. Además de que el manejo de plagas y enfermedades fue mediante el uso de extractos de origen orgánico (cempasúchil, ajo, chile, Neem). Se realizó una escarda. Se seleccionaron de 3-5 plantas de frijol al azar de cada surco de cada franja, cosechando 60 vainas de manera manual y colocándolas en bolsas de papel, trasladándose al laboratorio; para su posterior análisis.

Trabajo de laboratorio.- Una vez obtenidas las muestras de la semilla de frijol, se realizaron las pruebas en el laboratorio de Ensayo de Semillas "M.S. Leticia Bustamante García" del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología en Semillas. Primeramente se procedió a cuantificar el peso de 1000 semillas; a partir de la semilla pura se contaron ocho repeticiones de 100 semillas tomadas al azar, posteriormente se pesaron ocho repeticiones en una balanza analítica (en gramos), cuidando que el coeficiente de variación no excediera del 4.0% (ISTA, 1996), una vez establecida la base de datos y después de realizar análisis de varianza, se seleccionaron los cuatro mejores tratamientos (junto con el testigo), de estos se procedió a la cuantificación de la sanidad de las semillas, tomando una muestra de 10 semillas de frijol por cada repetición, las cuales fueron colocadas en cajas petri y analizándose visualmente, con ayuda de un microscopio estereoscopio y una aguja de disección, contabilizándose la semilla sana, enferma y picada. Para la prueba de germinación estándar se seleccionaron 50 semillas al azar las cuales fueron colocadas con el hilio en dirección sur en papel estraza (10 columnas con 5 hileras), formando "tacos" que se colocaron en bolsas de plástico y se introdujeron en la cámara de germinación durante 7 días a una temperatura de 20°C ±1.5°, regándolos con una piceta cada 3 días. Al octavo día se contabilizó la germinación de las semillas; desenrollando el taco y contabilizando las plántulas normales, anormales, semilla muerta y semilla dura. Para determinar el peso fresco del hipocotilo, se disectó el hipocotilo de los cotiledones (solo de las plántulas

normales), y se pesó en una balanza analítica, registrando los datos. Para obtener el peso seco del hipocotilo se determinó colocando en una pequeña bolsa de papel (horadada), los hipocotilos de las plántulas normales, las cuales se introdujeron en un horno de secado (previamente calibrado a 100°C) por 24 hrs. una vez transcurridas estas, se procedió a pesar en la balanza analítica los hipocotilos secos, registrando los datos.

3.4.- Diseño experimental

Se utilizó un diseño Bloques Completos al Azar; con ocho tratamientos y diez repeticiones, en campo, cinco tratamientos con veinte repeticiones, en laboratorio; se estableció el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$$
$$i=1,2,\dots,t$$
$$j=1,2,\dots,r$$

Donde: Y_{ij} = dato correspondiente al j -ésimo tratamiento del i -ésimo bloque; μ = media general; β_i = efecto del i -ésimo bloque; α_j = efecto del j -ésimo tratamiento; y ε_{ij} = error aleatorio. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1993) y el paquete estadístico SAS 9.1.3 (SAS, 2003).

3.5.- Material genético

El material genético utilizado fue frijol Flor de Junio Marcela, proveniente de Salvatierra, Guanajuato, del año 2009. Es una variedad desarrollada con el método de mejoramiento genético genealógico, tiene testa de color rosa con estrías. El número de registro de esta variedad, otorgado por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS); es FRI-069-280597/C. Tiene hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III), muestra una altura del dosel de 45 cm y las guías pueden alcanzar los 60 cm adaptada a siembras tempranas de primavera y primavera-verano, de 105-112 días a la madurez. Esta variedad tolera

las enfermedades como el virus del mosaico común y es moderadamente susceptible a la roya, bacteriosis común y antracnosis. El rendimiento experimental promedio de Flor de Junio Marcela es de 2940 kg/ha.

3.6.- Tratamientos

Los tratamientos del presente trabajo se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2.- Tratamientos, fuentes y dosis aplicadas en el cultivo de frijol.

Tratamiento	Dosis/ha *	Dosis/Franja *
AlgaEnzimS [®]	75 l	664 ml
AlgaEnzimS [®]	150 l	1.33 l
HLL	15 l	133 ml
HLL	30 l	266 ml
HLL	45 l	398 ml
Ferty Quo [®] (20-30-10)	6 kg	50 grs
Ferti Plus [®]	120 l	1 l
Testigo	-	-

* Diluidos en 15 litros de agua.

HLL=Humus líquido de lombriz.

3.7.- Variables

Calidad física

Peso de 1000 semillas: se realizó de acuerdo a los parámetros establecidos por la International Seed Testing Association (ISTA) (1996). A partir de la semilla pura se contaron ocho repeticiones de 100 semillas tomándolas de manera aleatoria. Posteriormente se pesaron en una balanza analítica en gramos cada una de las ocho repeticiones. Obteniéndose los valores se calculó la varianza (S^2), la desviación estándar (S) y el coeficiente de variación (CV), de la siguiente manera:

a) Varianza (S^2) =
$$\frac{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}{N(N-1)}$$
; donde:

x = peso (g.) en cada repetición,

N = número de repeticiones.

b) Desviación estándar $(S) = \sqrt{S^2}$

c) Coeficiente de variación $(CV) = (S/\bar{x}) \times 100$; donde:

\bar{x} = media del peso de 100 semillas.

El peso de 1000 semillas (P1000S) se calculó cuando el CV no excedió de 4.0%, de lo contrario, se contaron otras ocho repeticiones de 100 semillas:

$$P1000S = \bar{x} \times 10$$

Calidad sanitaria

Tuvo como objetivo determinar la pureza sanitaria de la muestra de frijol, separando y cuantificando en porcentajes los siguientes componentes:

a) Semilla sana: aquellas que no presentaran ningún tipo de daño mecánico, de plagas y/o enfermedades.

b) Semilla enferma: toda aquella que presenta manchas necróticas, anormalidades en cotiledones, decoloraciones, pústulas, presencia de esporas.

c) Semilla picada: aquella que presente incidencia de gorgojos.

Calidad fisiológica

Se realizó prueba de germinación estándar, con el objetivo de determinar la geminación de la semilla de frijol, así como la incidencia de anormalidades, siendo los componentes, según el ISTA (1996):

Plántulas normales: plántulas que presentan un desarrollo óptimo del hipocotilo, con un gran número de raíces adventicias, así como presencia de hojas verdaderas uniformes y desarrolladas.

Plántulas anormales: plántulas que presentan un desarrollo raquíptico del hipocotilo, con un número bajo o nulo raíces adventicias, así como ausencia de hojas verdaderas o en su defecto poco desarrolladas.

Semilla muerta: semilla que no logró un desarrollo óptimo del hipocotilo, no siendo capaz de romper la testa.

Semilla dura: aquella que, a pesar de tener las condiciones óptimas para su desarrollo, no presenta absorción de agua ni desarrollo de ninguna estructura.

Peso fresco del hipocotilo: se determina disectando el hipocotilo de los cotiledones de las plántulas normales, y se pesó en una balanza analítica.

Peso seco del hipocotilo: los hipocotilos de las plántulas normales se colocan en una pequeña bolsa de papel horadada, se introducen en un horno de secado a 100°C por 24 hrs. una vez transcurridas estas, se procedió a pesar en la balanza analítica.

Porcentaje de emergencia (%E): se estimó en el momento del análisis de germinación, considerándose para ello el número total de plántulas normales y anormales.

$$\%E = ((\text{plántulas normales} + \text{plántulas anormales}) / \text{total de semillas}) * 100$$

Porcentaje de germinación (%G): se estimó en el momento del análisis de germinación, considerando sólo las plántulas normales.

$$PG = (\text{plántulas normales} / \text{total de semillas}) * 100$$

Correlación de Pearson

Dado que se tienen observaciones apareadas de la forma $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2) \dots (X_n, Y_n)$, se determina si las variables X y Y están o no relacionadas y en caso de que lo estén, se obtiene un valor que exprese el grado de correlación lineal existente entre ellas. Para determinar dicha correlación se utiliza la medida de asociación lineal del coeficiente de correlación de Pearson, la cual tiene características como la de ser invariable ante el cambio de escala en la medición de las observaciones de las variables, tomado valores en el intervalo cerrado $[-1, 1]$. Se transforman los datos de germinación para la aproximación a una curva normal, mediante la

ecuación: $\text{arc sen } (\sqrt{(\%G/100)})$ (Ramírez y López, 1993; Reyes, 1992; Spiegel, 1993).

$$r_{xy} = (\sum Z_x Z_y) / N$$

siendo para una relación perfectamente positiva:

$$r_{xy} = (\sum Z_x Z_y) / N = (\sum Z_x Z_x) / N = (\sum Z_x^2) / N = 1$$

para una relación perfectamente negativa:

$$r_{xy} = (\sum Z_x Z_y) / N = (\sum Z_x Z_x) / N = (\sum Z_x^2) / N = 1 ; \text{ pero de signo negativo.}$$

Y para una relación nula:

$$r_{xy} = (\sum Z_x Z_y) / N = 0$$

Una vez calculado el valor del coeficiente de correlación interesa determinar si tal valor obtenido muestra que las variables X e Y están relacionadas en realidad o tan solo presentan dicha relación como consecuencia del azar. Un coeficiente de correlación se dice que es significativo si se puede afirmar, con una cierta probabilidad, que es diferente de cero. Más estrictamente, en términos estadísticos, preguntarse por la significación de un cierto coeficiente de correlación no es otra cosa que preguntarse por la probabilidad de que tal coeficiente proceda de una población cuyo valor sea de cero. A este respecto, como siempre, tendremos dos hipótesis posibles:

$H_0: r_{xy} = 0 \Rightarrow$ El coeficiente de correlación obtenido procede de una población cuya correlación es cero ($\rho = 0$).

$H_1: r_{xy} = 0 \Rightarrow$ El coeficiente de correlación obtenido procede de una población cuyo coeficiente de correlación es distinto de cero ($\rho \neq 0$).

Desde el supuesto de la Hipótesis nula se demuestra que la distribución muestral de correlaciones procedentes de una población caracterizada por una correlación

igual a cero ($\rho = 0$) sigue una ley de t-Student con N-2 grados de libertad, de media el valor poblacional y desviación tipo:

$$S_r = \sqrt{((1 - r_{xy}^2)/(N-2))}$$

En consecuencia, dado un cierto coeficiente de correlación r_{xy} obtenido en una determinada muestra se trata de comprobar si dicho coeficiente es posible que se encuentre dentro de la distribución muestral especificada por la Hipótesis nula. A efectos prácticos, se calcula el número de desviaciones tipo que se encuentra el coeficiente obtenido del centro de la distribución, según la fórmula conocida:

$$t = (r_{xy} - 0) / ((\sqrt{((1 - r_{xy}^2)/(N-2))})$$

y se compara el valor obtenido con el existente en las tablas para un cierto nivel de significación α y N-2 grados de libertad $t_{(\alpha, N-2)}$, que como se sabe, marca el límite (baja probabilidad de ocurrencia, según la Hipótesis nula) de pertenencia de un cierto coeficiente r_{xy} a la distribución muestra de correlaciones procedentes de una población con $\rho = 0$. De esta forma si:

$t > t_{(\alpha, N-2)} \Rightarrow$ Se rechaza la Hipótesis nula. La correlación obtenida no procede de una población cuyo valor $\rho_{xy} = 0$. Por tanto las variables están relacionadas.

$t \leq t_{(\alpha, N-2)} \Rightarrow$ Se acepta la Hipótesis nula. La correlación obtenida procede de una población cuyo valor $\rho_{xy} = 0$. Por tanto ambas variables no están relacionadas.

IV.- RESULTADOS

Como referencia experimental se muestran las condiciones meteorológicas (Cuadro 3), presentes en Saltillo, Coahuila, México, para los meses Junio-Noviembre del año 2010, que pudieron o no influir dentro del desarrollo del cultivo.

Cuadro 3. Datos climáticos presentes durante el periodo fenológico del cultivo de frijol Flor de Junio Marcela, Saltillo, Coahuila. 2010.

Mes	Tmam (°C)	Tmim (°C)	Txm (°C)	Pptm (mm)	mvvm (km/h)	rmvm (km/h)
Junio	37.9	14.2	26.2	117.8	14.74	46.49
Julio	34.9	11.5	22.6	184.6	11.93	55.37
Agosto	33.9	10.9	24.3	65	11.51	-
Septiembre	31.9	7.1	20.9	143	9.96	-
Octubre	33.9	1.7	19.1	6.2	9.8	-
Noviembre	32.9	0.3	15.6	-	10.87	-

Tmam= temperatura máxima mensual; Tmim= temperatura mínima mensual; Txm= temperatura promedio mensual; Pptm= precipitación pluvial total mensual; mvvm= media de velocidad del viento mensual; rmvm= ráfagas máximas de viento mensual.

(INIFAP-SAGARPA-PRODUCE, 2010).

La temperatura presente durante el desarrollo del cultivo se mantuvo sobre los 21.45°C, con una oscilación de 10.6°C, siendo el mes de junio el que presentó una temperatura mayor (37.9°C), mientras que la menor temperatura se presentó en el mes de Noviembre con 0.3°C. Por su parte el comportamiento de la precipitación pluvial, durante el mes de julio se presentó una máxima de 184.6 mm de lluvia, presentándose una baja drástica para agosto (65 mm). La gran precipitación pluvial se debió en gran parte al huracán "Alex" que se presento en esta temporada (Vanguardia, 2010).

4.1.- Determinación del peso de 1000 semillas

Una vez determinadas la varianza (S^2) desviación estándar (S) y procurando que el coeficiente de variación (CV) no superara el 4.0% se determinó el peso de mil semillas ($P1000S = \bar{x} \times 10$), como se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4.- Cálculo del peso de 1000 semillas de frijol Flor de Junio Marcela, Saltillo, Coahuila. 2010.

Tratamiento.	R	Σ	X	S ²	S	CV	P1000S
AlgaEnzimS [®] (75 l/ha)	1	272.05	34.00625	0.514526786	0.717305225	2.109	340.0625
	2	285.574	35.69675	0.394247357	0.627891198	1.759	356.9675
	3	283.189	35.398625	1.883513125	1.372411427	3.877	353.98625
	4	284.68	35.585	1.424136286	1.193371814	3.354	355.85
	5	277.466	34.68325	0.528514214	0.726989831	2.096	346.8325
	6	294.874	36.85925	0.095147071	0.308459189	0.837	368.5925
	7	288.715	36.089375	0.774957696	0.880316816	2.439	360.89375
	8	291.116	36.3895	0.931955714	0.965378534	2.653	363.895
	9	258.58	32.3225	0.681123429	0.825302023	2.553	323.225
	10	282.328	35.291	0.250446571	0.500446372	1.418	352.91
Ferty Quo [®] (20-30-10) (500 g/lote)	1	260.824	32.603	1.411239429	1.187955988	3.644	326.03
	2	267.035	33.379375	1.597125982	1.263774498	3.786	333.79375
	3	268.549	33.568625	1.298896839	1.139691554	3.395	335.68625
	4	255.983	31.997875	0.730865839	0.854906918	2.672	319.97875
	5	244.138	30.51725	0.275330214	0.524719177	1.719	305.1725
	6	244.594	30.57425	1.117529357	1.057132611	3.458	305.7425
	7	261.631	32.703875	1.416323268	1.190093806	3.639	327.03875
	8	288.926	36.11575	0.263593071	0.513413159	1.422	361.1575
	9	266.377	33.297125	0.989287268	0.994629211	2.987	332.97125
	10	267.139	33.392375	0.801532554	0.895283505	2.681	333.92375
Humus líquido de lombriz (15 l/ha)	1	239.211	29.901375	1.067494839	1.033196419	3.455	299.01375
	2	259.51	32.43875	1.117949071	1.057331108	3.259	324.3875
	3	273.031	34.128875	1.754871839	1.324715758	3.882	341.28875
	4	274.766	34.34575	0.317418214	0.563398806	1.640	343.4575
	5	256.706	32.08825	0.584817357	0.76473352	2.383	320.8825
	6	281.992	35.249	1.182645429	1.087495025	3.085	352.49
	7	278.913	34.864125	0.307780982	0.554780121	1.591	348.64125
	8	279.037	34.879625	1.657202554	1.287323795	3.691	348.79625
	9	256.043	32.005375	1.445920839	1.202464486	3.757	320.05375
	10	262.054	32.75675	1.641595357	1.281247578	3.911	327.5675
AlgaEnzimS [®] (150 l/ha)	1	261.639	32.704875	0.581738411	0.762717779	2.332	327.04875
	2	274.217	34.277125	0.672798411	0.820242897	2.393	342.77125
	3	267.254	33.40675	1.221849929	1.105373208	3.309	334.0675
	4	285.415	35.676875	0.484410982	0.695996395	1.951	356.76875
	5	293.948	36.7435	0.662335429	0.813839928	2.215	367.435
	6	283.5	35.4375	1.418504857	1.191010016	3.361	354.375
	7	281.072	35.134	0.118522857	0.344271488	0.980	351.34
	8	284.224	35.528	0.821559143	0.906398998	2.551	355.28
	9	294.706	36.83825	1.100501071	1.049047697	2.848	368.3825
	10	275.219	34.402375	1.194957982	1.093141337	3.178	344.02375
Ferti Plus [®] (120 l/ha)	1	267.534	33.44175	0.596873071	0.772575609	2.310	334.4175
	2	267.797	33.474625	0.599788268	0.774459985	2.314	334.74625
	3	281.588	35.1985	0.857402571	0.925960351	2.631	351.985
	4	269.919	33.739875	0.897398125	0.947310997	2.808	337.39875
	5	295.143	36.892875	0.349201839	0.590933024	1.602	368.92875
	6	293.039	36.629875	1.385091839	1.176899248	3.213	366.29875
	7	278.668	34.8335	0.481386857	0.693820479	1.992	348.335
	8	286.656	35.832	0.192290571	0.438509488	1.224	358.32
	9	295.117	36.889625	0.350065411	0.591663258	1.604	368.89625
	10	292.818	36.60225	1.532732786	1.238035858	3.382	366.0225
Humus líquido de lombriz (30 l/ha)	1	275.814	34.47675	0.211415071	0.459798947	1.334	344.7675
	2	273.823	34.227875	1.235053268	1.111329505	3.247	342.27875
	3	307.522	38.44025	1.170268214	1.081789358	2.814	384.4025
	4	283.072	35.384	0.284298286	0.533196292	1.507	353.84
	5	203.573	25.446625	0.939608839	0.969334225	3.809	254.46625
	6	284.579	35.572375	0.285937411	0.534731157	1.503	355.72375
	7	228.801	28.600125	0.614376125	0.783821488	2.741	286.00125
	8	293	36.625	0.729590857	0.854160908	2.332	366.25
	9	314.696	39.337	0.292941714	0.541240902	1.376	393.37
	10	287.407	35.925875	1.169751268	1.0815504	3.011	359.25875
Testigo	1	287.43	35.92875	0.9207365	0.959550155	2.671	359.2875
	2	288.586	36.07325	0.6001085	0.774666703	2.147	360.7325
	3	313.495	39.186875	0.831194125	0.911698484	2.327	391.86875
	4	286.894	35.86175	0.837056214	0.914907763	2.551	358.6175
	5	298.987	37.373375	2.020614268	1.421483123	3.803	373.73375
	6	300.484	37.5605	0.828090857	0.909994976	2.423	375.605
	7	298.659	37.332375	1.890236839	1.374858843	3.683	373.32375
	8	302.282	37.78525	1.819680786	1.348955442	3.570	377.8525
	9	306.629	38.328625	0.547773982	0.740117546	1.931	383.28625
	10	296.711	37.088875	1.691108125	1.300426132	3.506	370.88875
Humus líquido de lombriz (45 l/ha)	1	283.38	35.4225	0.923024857	0.960741826	2.712	354.225
	2	285.862	35.73275	1.589783071	1.260866001	3.529	357.3275
	3	299.097	37.387125	1.010513839	1.005243174	2.689	373.87125
	4	281.185	35.148125	0.460832411	0.678846382	1.931	351.48125
	5	284.574	35.57175	1.383360214	1.176163345	3.306	355.7175
	6	231.944	28.993	1.063662286	1.031340044	3.557	289.93
	7	273.198	34.14975	1.079027929	1.038762691	3.042	341.4975
	8	229.714	28.71425	1.159599643	1.076847084	3.750	287.1425
	9	233.589	29.198625	0.958431696	0.978995248	3.353	291.98625
	10	252.697	31.587125	0.782950411	0.884844851	2.801	315.87125

R= repetición; Σ = suma; x= promedio; S²= varianza; S=desviación estándar; CV= coeficiente de variación; P1000S= peso de mil semillas.

4.2.- Efecto de fertilización foliar en calidad física de semilla de frijol

Peso de 1000 semillas

Una vez determinado el peso de 1000 semillas (P1000S), se realizó el análisis de varianza correspondiente (Tabla 1), obteniéndose diferencias altamente significativas entre tratamientos (Tukey $P \leq 0.01$), por lo que se procedió a realizar una comparación de medias.

Tabla 1. Análisis de varianza para variable peso de 1000 semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos.	7	15154.000000	2164.857178	4.0521	0.001**
Bloques.	9	3288.000000	365.333344	0.6838	0.722
Error.	63	33658.000000	534.253967		
Total.	79	52100.000000			
CV.					6.69

**= diferencia altamente significativa; CV. (%)= Coeficiente de variación.

La comparación de medias demostró que los tratamientos con fertilización foliar no mostraron un aumento significativo en el peso de las semillas, puesto que el comportamiento normal fue de 372.5196 g mostrado por el tratamiento testigo (T7). Las semillas obtenidas de las plantas asperjadas con fertilizantes foliares presentaron una disminución en el peso respecto al testigo (Gráfica 1); los tratamientos Ferti Plus[®] (120 l/ha), AlgaEnzimS[®] (75 l/ha), AlgaEnzimS[®] (150 l/ha) y humus líquido de lombriz (30 l/ha) con pesos de 353.5349, 352.3215, 350.1493 y 344.0359 g respectivamente, según el grupo Tukey fueron estadísticamente aceptables, aunque la reducción en el peso es notable (Tabla 2).

Por su parte los tratamientos que indujeron en la semilla un peso mucho menor respecto al testigo (según el grupo Tukey), fueron humus líquido de lombriz (15 l/ha), humus líquido de lombriz (45 l/ha) y Ferty Quo[®] (20-30-10) (500 g/lote) con

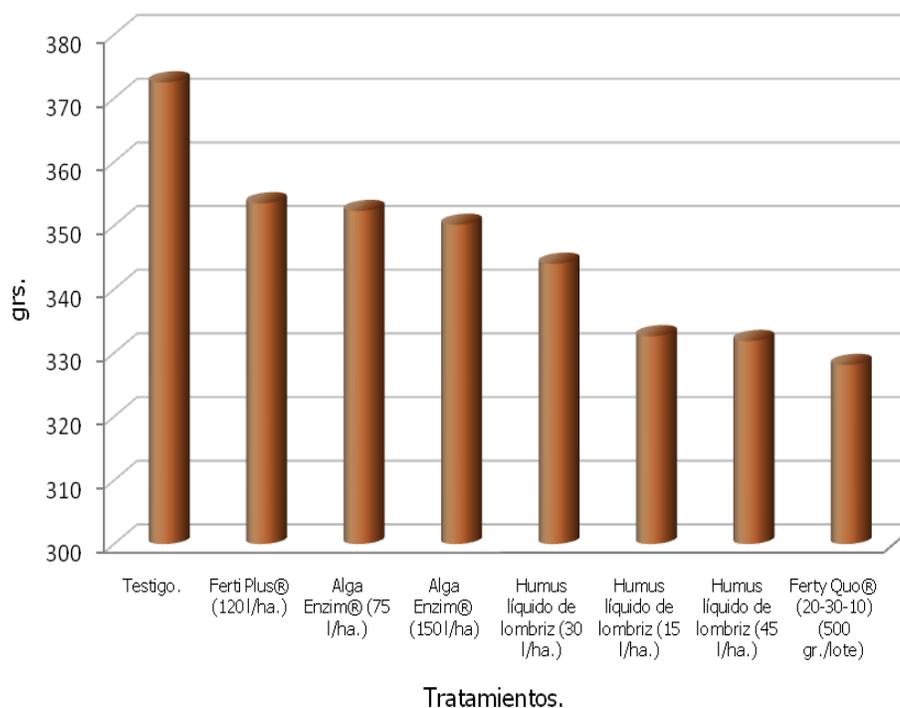
un peso de 332.6579, 331.9050 y 328.1495 grs respectivamente, ya que indujeron una reducción promedio del 11%.

Tabla 2. Comparación de medias para variable peso de 1000 semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

Tratamiento.	Media.	Gpo. Tukey
Testigo.	372.5196	A ^{&}
Ferti Plus [®] (120 l/ha)	353.5349	A B
AlgaEnzimS [®] (75 l/ha)	352.3215	A B
AlgaEnzimS [®] (150 l/ha)	350.1493	A B
Humus líquido de lombriz (30 l/ha)	344.0359	A B
Humus líquido de lombriz (15 l/ha)	332.6579	B
Humus líquido de lombriz (45 l/ha)	331.9050	B
Ferty Quo [®] (20-30-10) (6 kg/ha)	328.1495	B

[&] Promedios seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey P ≤ 0.01)

Gráfica 1. Comportamiento de variable peso de 1000 semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.



De acuerdo al grupo Tukey se seleccionaron los mejores tratamientos para realizar las pruebas de laboratorio.

4.3.- Efecto de fertilización foliar en calidad sanitaria de semilla de frijol

i) Semilla sana

El análisis de varianza realizado a los cinco tratamientos seleccionados a partir del peso de 1000 semillas, mostraron diferencias altamente significativas entre ellos (Tukey $P \leq 0.01$), tal y como se observa en la Tabla 3, para la variable semilla buena.

Tabla 3. Análisis de varianza para variable semilla sana de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	2928.000000	732.000000	5.6404	0.002**
Bloques	19	928.000000	103.111115	0.7945	0.624
Error	76	4672.000000	129.777771		
Total.	99	8528.000000			
CV.					14.03

**= diferencia altamente significativa; CV. (%)= coeficiente de variación.

De acuerdo a la comparación de medias (Tabla 4) las semillas del testigo presentaron un 84% de semilla sana y un 16% de semilla enferma y nula presencia de semilla picada. El tratamiento AlgaEnzimS[®] (75 l/ha), resulto mejor ya que el 90% de sus semillas entran en el rango de semilla sana, siendo el 10% restante a semilla enferma, mostrando un nulo daño por la presencia de gorgojos, es decir, se obtuvo un 0% de semilla picada, al igual que el testigo. El segundo mejor tratamiento fue Ferti Plus[®] (120 l/ha) el cual indujo un 86% de semilla sana, sin embargo tubo un 14% de semilla mala (entre semilla enferma y semilla picada) respecto del testigo.

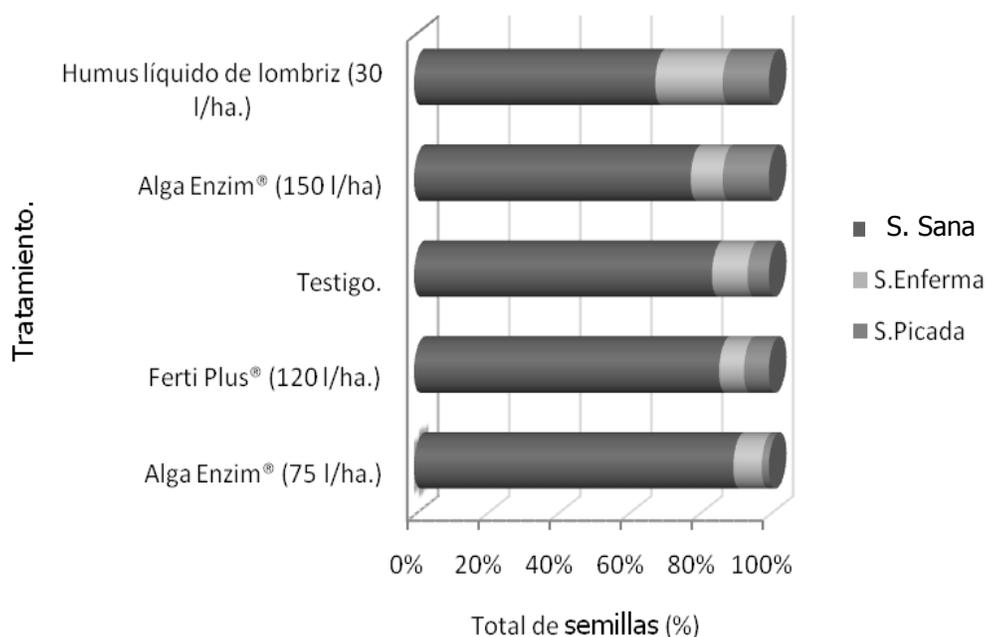
Sin embargo, no todos los tratamientos mostraron mejoras en la sanidad de la semilla de frijol, pues se presentaron bajas en el porcentaje de semilla sana respecto al testigo; AlgaEnzimS[®] (150 l/ha) mostró un 78% de semilla sana, 12% de semilla enferma y 10% de semilla picada, mientras que humus líquido de lombriz (30 l/ha), un 68% de semilla sana y un 32% de semilla mala (enferma y picada), respectivamente (Gráfica 2).

Tabla 4. Comparación de medias para variable semillas sana de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

Tratamiento.	Media.	Gpo. Tukey
AlgaEnzimS [®] (75 l/ha)	90.0000	A ^{&}
Ferti Plus [®] (120 l/ha)	86.0000	A
Testigo.	84.0000	A B
AlgaEnzimS [®] (150 l/ha)	78.0000	A B
Humus líquido de lombriz (30 l/ha)	68.0000	B

[&] Promedios seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.01$)

Gráfica 2. Sanidad de semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.



ii) Semilla enferma

En la tabla 5, se observa el análisis de varianza para la variable semilla enferma, no hubo diferencias significativas. Por ende los tratamientos AlgaEnzimS[®] (75 l/ha), Ferti Plus[®] (120 l/ha), AlgaEnzimS[®] (150 l/ha) y Humus líquido de lombriz (30 l/ha) son estadísticamente similares al testigo (Tabla 6).

Tabla 5. Análisis de varianza para variable semilla enferma de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	0.297089	0.074272	1.4648	0.232 ^{NS}
Bloques	9	0.525940	0.058438	1.1525	0.353
Error	36	1.825401	0.050706		
Total	49	2.648430			
CV.					17.05

^{NS}= diferencia altamente significativa; CV. (%)= coeficiente de variación.

Tabla 6. Medias para variable semilla enferma de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

Tratamiento	Media	Gpo. Tukey
AlgaEnzimS [®] (75 l/ha)	1.385337	A ^{&}
Ferti Plus [®] (120 l/ha)	1.384132	A
AlgaEnzimS [®] (150 l/ha)	1.337767	A
Testigo	1.320987	A
Humus líquido de lombriz (30 l/ha)	1.175035	A

[&] Promedios seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales.

Tal y como se observa en la Tabla 6, el promedio de semilla enferma presente entre tratamientos es estadísticamente similar, respecto al testigo; a pesar de que numéricamente existen pequeñas variaciones.

iii) Semilla picada

En lo que respecta a la variable semilla picada, según el análisis de varianza se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Tukey $P \leq 0.05$), y de acuerdo a la comparación de medias (Tabla 8), el tratamiento AlgaEnzimS[®] (75 l/ha) indujo el mismo porcentaje de semilla picada que el testigo, siendo numérica y estadísticamente similares. Por su parte, los tratamientos Ferti Plus[®] (120 l/ha), AlgaEnzimS[®] (150 l/ha) y humus líquido de lombriz (30 l/ha), indujeron mayor presencia de semilla picada respecto al testigo; pues mostraron un aumento del 8.2, 10.2 y 12.8% de semilla picada, respectivamente.

Tabla 7. Análisis de varianza para variable semilla picada frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	0.346779	0.086695	4.8362	0.003*
Bloques	9	0.319984	0.035554	1.9833	0.070
Error	36	0.645348	0.017926		
Total	49	1.312111			
CV.					9.09

*= diferencia significativa; CV. (%)= coeficiente de variación.

Tabla 8. Comparación de medias para variable semilla picada frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

Tratamiento	Media	Gpo. Tukey
AlgaEnzimS [®] (75 l/ha)	1.5708	A ^{&}
Testigo	1.5708	A
Ferti Plus [®] (120 l/ha)	1.4421	A B
AlgaEnzimS [®] (150 l/ha)	1.4099	A B
Humus líquido de lombriz (30 l/ha)	1.3699	B

[&] Promedios seguidos con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$)

4.4.- Efecto de fertilización foliar en calidad fisiológica de semilla de frijol

i) Plántulas normales

El análisis de varianza mostro diferencia estadística significativa (Tukey $P \leq 0.05$) entre tratamientos para la variable plántulas normales (Tabla 9), y de acuerdo a la comparación de medias (Tabla 10), todos los tratamientos inducen en la semilla de frijol una cantidad mayor de plántulas normales respecto de las semillas control (testigo), que presentaron 80.1 plantas normales.

Tabla 9. Análisis de varianza para variable plántulas normales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	560.937500	140.23438	2.8744	0.028*
Bloques	19	743.187500	39.115131	0.8018	0.699
Error	76	3707.812500	48.787006		
Total	99	5011.937500			
CV.					8.32

*= diferencia altamente significativa; CV. (%)= coeficiente de variación.

Tabla 10. Comparación de medias de plántulas normales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

Tratamiento	Media	Gpo. Tukey
AlgaEnzimS [®] (150 l/ha)	86.9000	A ^{&}
AlgaEnzimS [®] (75 l/ha)	85.9000	A B
Humus líquido de lombriz (30 l/ha)	83.9000	A B
Ferti Plus [®] (120 l/ha)	83.1000	A B
Testigo.	80.1000	B

[&] Promedios seguidos con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$)

Según Tukey el mejor tratamiento fue el de AlgaEnzimS[®] (150 l/ha) quien indujo 86 plántulas normales (cerca del 8.5% más respecto al testigo), seguido de

AlgaEnzimS[®] (75 l/ha) con un aumento de 7.25% más de plántulas normales respecto al testigo (85 plántulas normales). Por su parte el tratamiento de humus líquido de lombriz (30 l/ha) indujo 83 plántulas normales (4.75% más respecto del testigo). Por último con un ligero aumento del 3.75% respecto al testigo, el tratamiento de Ferti Plus[®] (120 l/ha) indujo 83 plántulas normales (Gráfica 3).

ii) Plántulas anormales

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 11), la variable plántulas anormales mostró diferencias significativas (Tukey $P \leq 0.05$) entre tratamientos, por lo que se realizó una comparación de medias (Tabla 12), dando como resultado una disminución general del porcentaje de plántulas anormales en las semillas tratadas con fertilización foliar, respecto del testigo. Siendo los mejores tratamientos AlgaEnzimS[®] (150 l/ha) y AlgaEnzimS[®] (75 l/ha), quienes redujeron en un 37.3 y 35.1% el desarrollo de plántulas anormales respecto al testigo, que mostró 18 plántulas anormales. Mientras que el Humus líquido de lombriz (30 l/ha), solo disminuyó el porcentaje de plántulas anormales en un 28% respecto al testigo. Siendo el tratamiento Ferti Plus[®] (120 l/ha), quien presentó mayor plántulas anormales, es decir, solo disminuyó un 19.2% respecto al testigo (Gráfica 3).

Tabla 11. Análisis de varianza para plántulas anormales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	0.139099	0.034775	4.2842	0.004*
Bloques	19	0.146230	0.007612	0.9377	0.541
Error	76	0.616898	0.008117		
Total	99	0.900620			
CV.					7.51

*= diferencia significativa; CV. (%)= coeficiente de variación.

Tabla 12. Comparación de medias de plántulas anormales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

Tratamiento	Media	Gpo. Tukey
AlgaEnzimS [®] (150 l/ha)	1.2364	A ^{&}
AlgaEnzimS [®] (75 l/ha)	1.2325	A
Humus líquido de lombriz (30 l/ha)	1.2077	A B
Ferti Plus [®] (120 l/ha)	1.1858	A B
Testigo	1.1343	B

[&] Promedios seguidos con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$)

iii) Semilla muerta

Según el análisis de varianza no existe diferencia significativa entre tratamientos para la variable semilla muerta (Tabla 13), por lo que estadísticamente los tratamientos son similares entre sí; a pesar de las pequeñas diferencias numéricas entre estos, que denotan un ligero descenso de semilla muerta en los tratamientos con AlgaEnzimS[®], respecto al testigo (Gráfica 3).

Tabla 13. Análisis de varianza para semilla muerta de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	0.037933	0.009483	2.0056	0.101 ^{NS}
Bloques	19	0.165222	0.008696	1.8391	0.033
Error	76	0.359360	0.004728		
Total	99	0.562515			
CV.					4.5

^{NS}= diferencia no significativa; CV. (%)= coeficiente de variación.

Tabla 14. Medias de la variable semilla muerta de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

Tratamiento	Media	Gpo. Tukey
AlgaEnzimS [®] (75 l/ha)	1.546539	A ^{&}
AlgaEnzimS [®] (150 l/ha)	1.539444	A
Testigo	1.534166	A
Ferti Plus [®] (120 l/ha)	1.527071	A
Humus líquido de lombriz (30 l/ha)	1.490929	A

[&] Promedios seguidos con la misma letra son estadísticamente iguales.

iv) Semilla dura

No existe diferencia significativa entre tratamientos para la variable semilla dura, según el análisis de varianza (Tabla 15). Por lo cual, estadísticamente las medias de los tratamientos reflejan una incidencia similar de semilla dura en todos los tratamientos (Tabla 16), aunque numéricamente existe una ligera tendencia de mayor incidencia en las semillas tratadas con fertilización foliar (Tabla 16), respecto al testigo; siendo el tratamiento AlgaEnzimS[®] (75 l/ha) quien presentó un aumento del 4.95% de presencia de semilla dura respecto al testigo (Gráfica 3).

Tabla 15. Análisis de varianza para semilla dura de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	0.061417	0.015354	1.8468	0.128 ^{NS}
Bloques	19	0.179688	0.009457	1.1375	0.33
Error	76	0.631851	0.008314		
Total	99	0.872955			
CV.					6.1

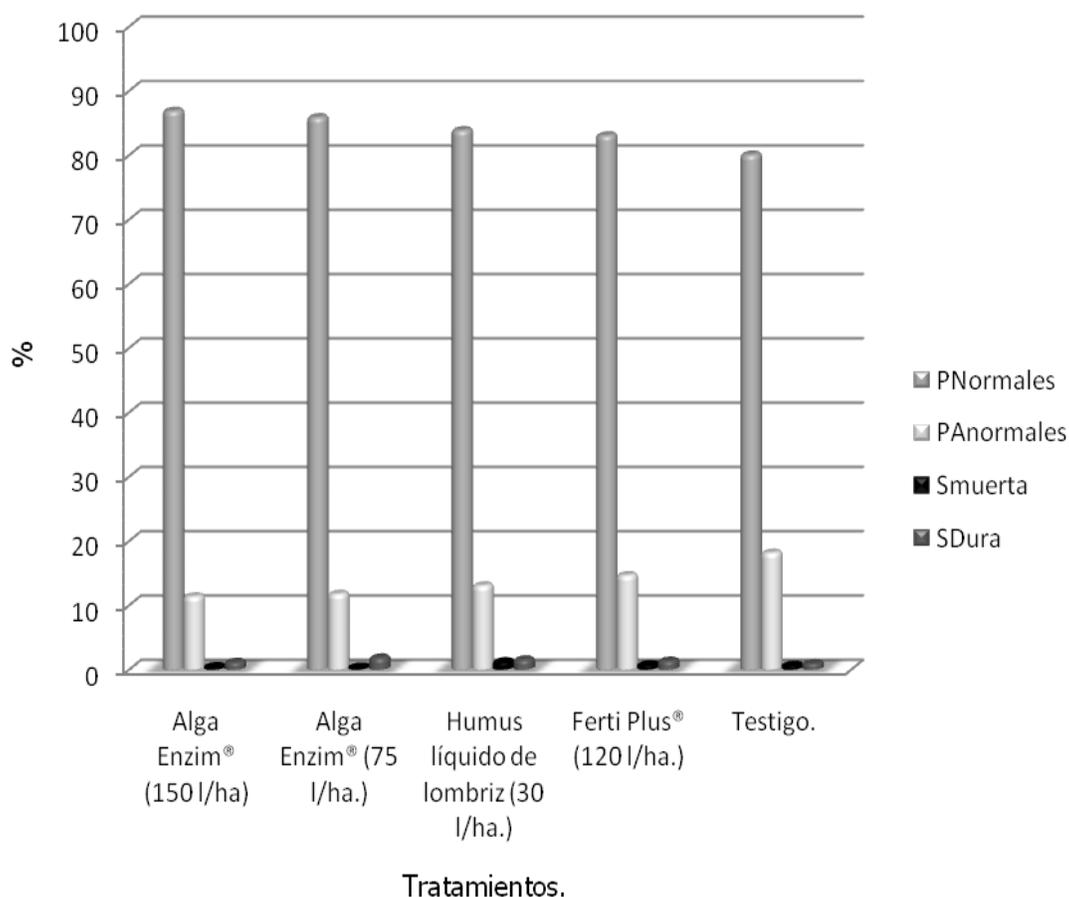
^{NS}= diferencia significativa; CV. (%)= coeficiente de variación.

Tabla 16. Medias para semilla dura de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

Tratamiento	Media	Gpo. Tukey
Testigo	1.528852	A ^{&}
AlgaEnzimS [®] (150 l/ha)	1.506267	A
Ferti Plus [®] (120 l/ha)	1.498543	A
Humus líquido de lombriz (30 l/ha)	1.489484	A
AlgaEnzimS [®] (75 l/ha)	1.453149	A

[&] Promedios seguidos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Gráfica 3.- Porcentaje de plántulas normales, anormales, semilla muerta y semilla dura de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.



v) Peso fresco de hipocotilo

El análisis de varianza mostro diferencia altamente significativa (Tukey $P \leq 0.01$) para la variable peso fresco del hipocotilo (Tabla 17), por lo que se realizó comparación de medias.

Tabla 17. Análisis de varianza para variable peso fresco de hipocotilo de plántulas normales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	611.886719	152.971680	8.3204	0.000**
Bloques	19	101.210938	5.326891	0.2897	0.998
Error	76	1397.269531	18.385126		
Total	99	2110.367188			
CV.					16.89

**= diferencia altamente significativa; CV. (%)= coeficiente de variación.

El resultado de la comparación de medias (Tabla 18), demostró que las semillas que no fueron tratadas con fertilización foliar, mostraron un peso fresco de hipocotilo normal de 24.9127 g (testigo).

Por su parte el producto AlgaEnzimS[®] (150 l/ha) indujo un peso fresco de hipocotilo de 28.8926 g, mientras que el tratamiento de humus líquido de lombriz (30 l/ha) indujo un peso promedio del 27.4734 g, es decir, ambos tratamientos indujeron un aumento en el peso fresco del 15.97% y 10.28% respectivamente, en comparación con el testigo. Por su parte los tratamientos AlgaEnzimS[®] (75 l/ha) y Ferti Plus[®] (120 l/ha) indujeron una reducción del 6.02% y 10.67% respectivamente en el peso fresco del hipocotilo, comparado con el testigo, registrando valores de 23.4115 g y 22.2528 g (Gráfica 4).

Tabla 18.-Comparación de medias de variable peso fresco del hipocotilo de plántulas normales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares orgánicos bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

Tratamiento	Media	Gpo. Tukey
AlgaEnzimS [®] (150 l/ha)	28.8926	A ^{&}
Humus líquido de lombriz (30 l/ha)	27.4734	A B
Testigo	24.9127	A B C
AlgaEnzimS [®] (75 l/ha)	23.4115	B C
Ferti Plus [®] (120 l/ha)	22.2528	C

[&] Promedios seguidos con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.01$)

vi) Peso seco de hipocotilo

De acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencia significativa (Tukey $P \leq 0.05$), entre tratamientos para la variable peso seco de hipocotilo (Tabla 19). Numéricamente todos los tratamientos inducen un peso seco de hipocotilo mayor que el testigo (pues este solo alcanzó un peso de 1.8404 g).

Tabla 19. Análisis de varianza para la variable peso seco del hipocotilo de plántulas normales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	1.612335	0.403084	4.0988	0.005*
Bloques	19	0.850677	0.044772	0.4553	0.972
Error	76	7.474030	0.098342		
Total	99	9.937042			
CV.					15.82

*= diferencia significativa; CV. (%)= coeficiente de variación.

El tratamiento que indujo un mayor peso fue AlgaEnzimS[®] (150 l/ha) que presentó 2.1595 g de peso seco de hipocotilo, siendo así el mejor tratamiento. Seguido del tratamiento humus líquido de lombriz (30 l/ha) con un peso de 2.0955 g. Mientras que el peso seco de hipocotilo del tratamiento AlgaEnzimS[®] (75 l/ha) fue 1.9582 g. Los tratamientos mencionados anteriormente son estadísticamente superiores al

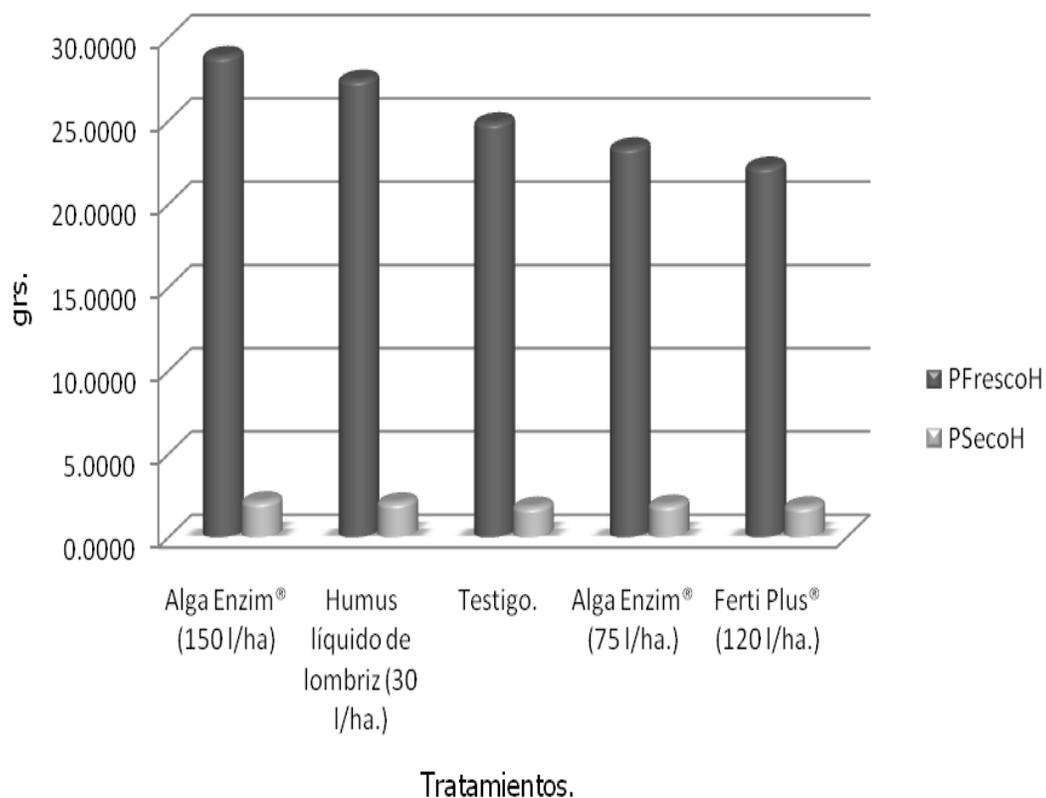
testigo (Tabla 20). Por su parte, el tratamiento Ferti Plus® (120 l/ha) a pesar de alcanzar un peso seco de 1.8570 g no presenta diferencias estadísticas respecto al testigo (Gráfica 4).

Tabla 20. Comparación de medias para variable peso seco del hipocotilo de plántulas normales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

Tratamiento	Media	Gpo. Tukey
AlgaEnzimS® (150 l/ha)	2.1595	A
Humus líquido de lombriz (30 l/ha)	2.0955	A B
AlgaEnzimS® (75 l/ha)	1.9582	A B
Ferti Plus® (120 l/ha)	1.8570	B
Testigo	1.8404	B

& Promedios seguidos con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$)

Gráfica 4. Comparación del peso fresco y peso seco de hipocotilo de plántulas normales de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.



vii) Porcentaje de Emergencia

De acuerdo al análisis de varianza realizado a los datos de la variable porcentaje de emergencia, se encontró que no existen diferencias estadísticas significativas (Tukey $P \leq 0.05$), entre tratamientos (Tabla 21).

Tabla 21. Análisis de varianza para porcentaje de emergencia de semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	22.937500	5.734375	0.9774	0.574 ^{NS}
Bloques	19	123.937500	6.523026	1.1119	0.357
Error	76	445.875000	5.866776		
Total	99	592.750000			
CV.					2.48

^{NS}= no significativo; CV. (%)= coeficiente de variación.

Por lo tanto, aunque numéricamente existan ligeras diferencias de porcentaje de emergencia entre los tratamientos, todos son estadísticamente similares (Tabla 22). El tratamiento AlgaEnzimS[®] (150 l/ha) indujo una emergencia similar al testigo (98%), mientras que los tratamientos Ferti Plus[®] (120 l/ha), AlgaEnzimS[®] (75 l/ha) y Humus líquido de lombriz (30 l/ha), indujeron una emergencia ligeramente menor respecto al testigo (97%) (Gráfica 5).

Tabla 22. Medias del porcentaje de emergencia de semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

Tratamiento	Media	Gpo. Tukey
AlgaEnzimS [®] (150 l/ha)	98.300003	A
Testigo	98.300003	A
Ferti Plus [®] (120 l/ha)	97.800003	A
AlgaEnzimS [®] (75 l/ha)	97.699997	A
Humus líquido de lombriz (30 l/ha)	97.000000	A

[&] Promedios seguidos con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$)

viii) Porcentaje de germinación

Se encontraron diferencias significativas (Tukey $P \leq 0.05$), para la variable porcentaje de germinación, según el análisis de varianza (Tabla 23). De acuerdo a la comparación de medias (Tabla 24), todos los tratamientos inducen en la semilla de frijol Flor de Junio Marcela un aumento en el porcentaje de germinación respecto al testigo.

Se observa que el porcentaje de germinación normal de las semillas de frijol Flor de Junio Marcela es del 80.1% (testigo), por su parte Ferti Plus[®] (120 l/ha) indujo a un 83.1% la germinación, mientras que el tratamiento humus líquido de lombriz (30 l/ha) aumento el porcentaje de germinación a 83.9%. De igual manera el tratamiento AlgaEnzimS[®] (75 l/ha) aumento en un 7.24% la germinación de la semilla alcanzando un 85.9%. Así, el tratamiento que indujo el mayor aumento en la germinación de la semilla de frijol fue AlgaEnzimS[®] (150 l/ha) ya que alcanzó un 86.9% de germinación, lo que representa un aumento del 8.45% respecto al testigo (Gráfica 5).

Tabla 23. Análisis de varianza del porcentaje de germinación de semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	560.937500	140.234375	2.8744	0.028*
Bloques	19	743.187500	39.115131	0.8018	0.699
Error	76	3707.812500	48.787006		
Total	99	5011.937500			
CV.					8.32

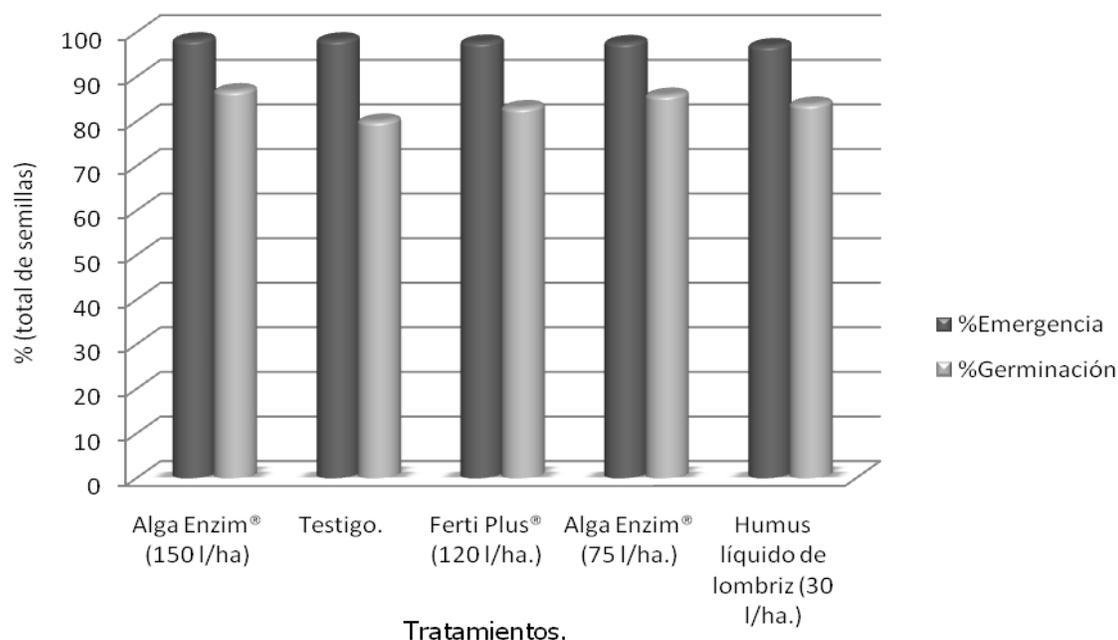
*= diferencia significativa; CV. (%)= coeficiente de variación.

Tabla 24. Comparación de medias del porcentaje de germinación de semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

Tratamiento	Media	Gpo. Tukey
AlgaEnzimS [®] (150 l/ha)	86.9000	A
AlgaEnzimS [®] (75 l/ha)	85.9000	A B
Humus líquido de lombriz (30 l/ha)	83.9000	A B
Ferti Plus [®] (120 l/ha)	83.1000	A B
Testigo	80.1000	B

& Promedios seguidos con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.01$)

Gráfica 5. Emergencia y germinación de semillas de frijol Flor de Junio Marcela, tratado con diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.



Corolario, el peso de 1000 semillas mejoró con aplicaciones de Ferti Plus[®] seguido de aspersiones foliares con AlgaEnzimS[®]. La sanidad de semilla respondió positivamente al tratamiento AlgaEnzimS[®] 75, la calidad fisiológica se vio favorecida con el tratamiento AlgaEnzimS[®] 150. Los tratamientos humus líquido de lombriz y Ferti Plus[®] mostraron los datos más bajos (para calidad fisiológica y sanitaria).

4.5.- Análisis de Correlación de Pearson y Regresión Lineal

En la Tabla 25 se muestran las correlaciones entre cada variable (respecto del peso de 1000 semillas y la sanidad), y en la tabla 26 se observan las correlaciones entre variables de calidad fisiológica, así como su nivel de significancia. A continuación solo se hace mención a aquellas con mayor relevancia.

Tabla 25. Coeficientes de correlación de Pearson para la variable P1000S – Sanidad de semillas de frijol Flor de Junio Marcela tratadas con fertilización foliar bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

	P1000S	SB	SE	SP
P1000S	1	-0.465 ^{ns}	0.351 ^{ns}	0.175 ^{ns}
SB		1	-0.729*	-0.309 ^{ns}
SE			1	-0.082 ^{ns}
SP				1

P1000S=Peso de 1000 semillas; SB= semilla buena; SE= semilla enferma; SP= semilla picada. *diferencia significativa ($p \leq 0.05$) y no significativo.

El peso de 1000 semillas correlacionó negativamente con la semilla buena, a pesar de que no es significativa tal correlación. Todos los tratamientos mejoraron tal correlación, siendo el tratamiento de humus líquido de lombriz (30 l/ha) quien favoreció mayor medida dicha correlación.

En lo que respecta a la calidad fisiológica de la semilla, el porcentaje de germinación tuvo una correlación negativa y altamente significativa con el número de plántulas normales, siendo el tratamiento de humus líquido de lombriz (30 l/ha), quien favoreció tal correlación. A su vez el porcentaje de germinación mostró una correlación negativa y significativa con el peso fresco del hipocotilo, de igual manera el humus líquido de lombriz (30 l/ha), favoreció dicha correlación. El mismo porcentaje de germinación correlacionó de manera negativa con el peso seco del hipocotilo siendo altamente significativa dicha correlación, para este caso tanto el tratamiento de humus líquido de lombriz (30 l/ha) como AlgaEnzimS® (150 l/ha) favorecieron la correlación entre estas dos variables.

El porcentaje de emergencia mostró una correlación positiva, con las variables plántulas anormales, semilla muerta y semilla dura, siendo tal relación no significativa, significativa y altamente significativa, respectivamente.

La correlación entre plántulas normales y peso fresco de hipocotilo fue positiva y significativa, favoreciendo tal correlación el tratamiento humus líquido de lombriz (30 l/ha). La misma variable, plántulas normales, correlacionó positivamente con el peso seco de hipocotilo, siendo altamente significativa dicha correlación; humus líquido de lombriz (30 l/ha) y AlgaEnzimS® (150 l/ha), fueron los tratamientos que favorecieron la correlación entre estas dos variables.

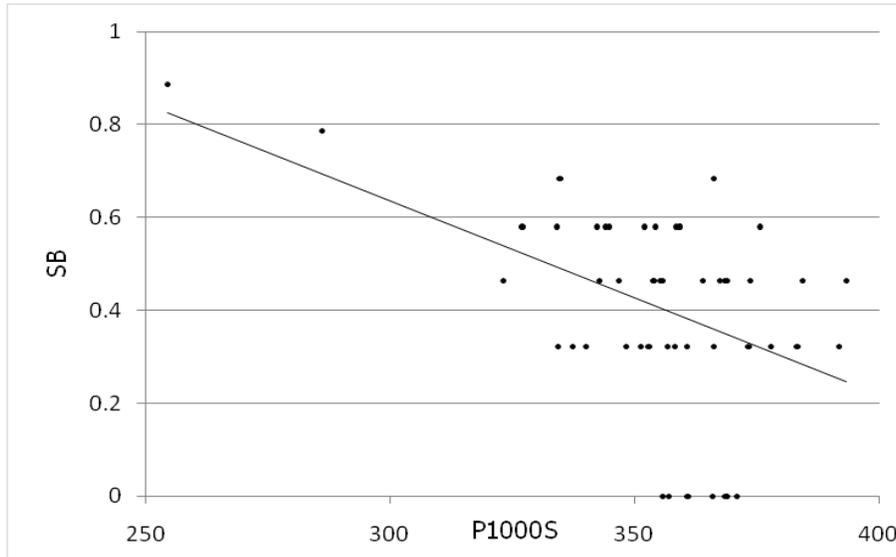
Tabla 26. Coeficientes de correlación de Pearson para calidad fisiológica de semilla frijol Flor de Junio Marcela tratadas con fertilización foliar bajo condiciones de temporal, Saltillo, Coahuila, 2010.

	%G	%E	PN	PA	SM	SD	PFH	PSH
%G	1	0.405 ^{ns}	-0.992**	0.941**	0.177 ^{ns}	0.412 ^{ns}	-0.519*	-0.667**
%E		1	-0.417 ^{ns}	0.105 ^{ns}	0.501*	0.723**	-0.353 ^{ns}	-0.343 ^{ns}
PN			1	-0.941**	-0.172 ^{ns}	-0.442 ^{ns}	0.514*	0.660**
PA				1	0.013 ^{ns}	0.184 ^{ns}	-0.452*	-0.609**
SM					1	-0.134 ^{ns}	-0.115 ^{ns}	-0.096 ^{ns}
SD						1	-0.312 ^{ns}	-0.348 ^{ns}
PFH							1	0.904**
PSH								1

%G=porcentaje de germinación; %E= porcentaje de emergencia; PN= plántulas normales; PA= plántulas anormales; SM= semilla muerta; SD= semilla dura; PFH=peso fresco del hipocotilo; PSH=peso seco del hipocotilo. *, **, ^{ns}= diferencia significativa, diferencia altamente significativa ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$) y no significativo.

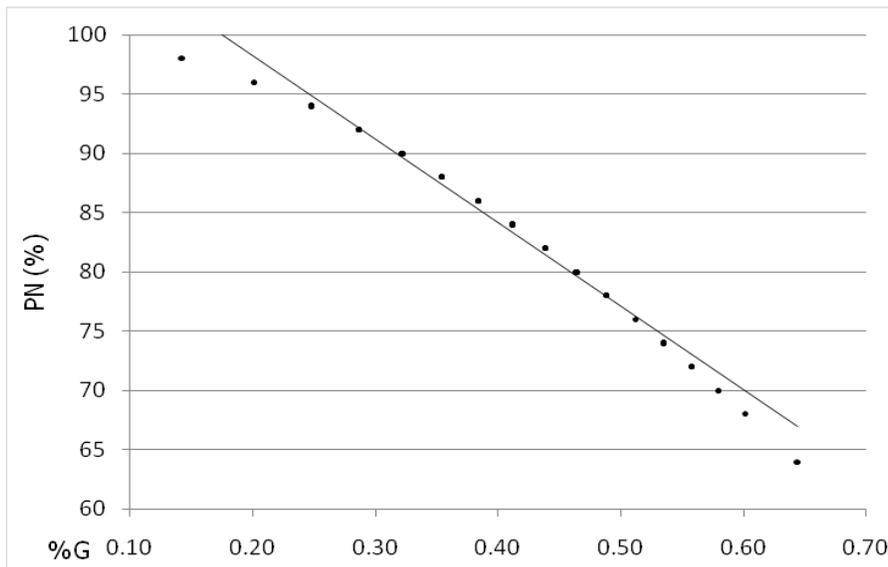
Tratando de determinar el comportamiento de algunas variables, se realizó una regresión lineal. Así, para la variable semilla buena se tiene la ecuación de predicción $y = -0.0042x + 1.884$, con un coeficiente de determinación del $R^2 = 0.2166$ (Figura 6).

Figura 1. Regresión lineal para la variable semilla buena, respecto al P1000S



Para la variable, plántulas normales la ecuación resultante de predicción es $y = -70.486x + 112.34$, con un coeficiente de determinación del $R^2 = 0.9843$ (Figura 7)

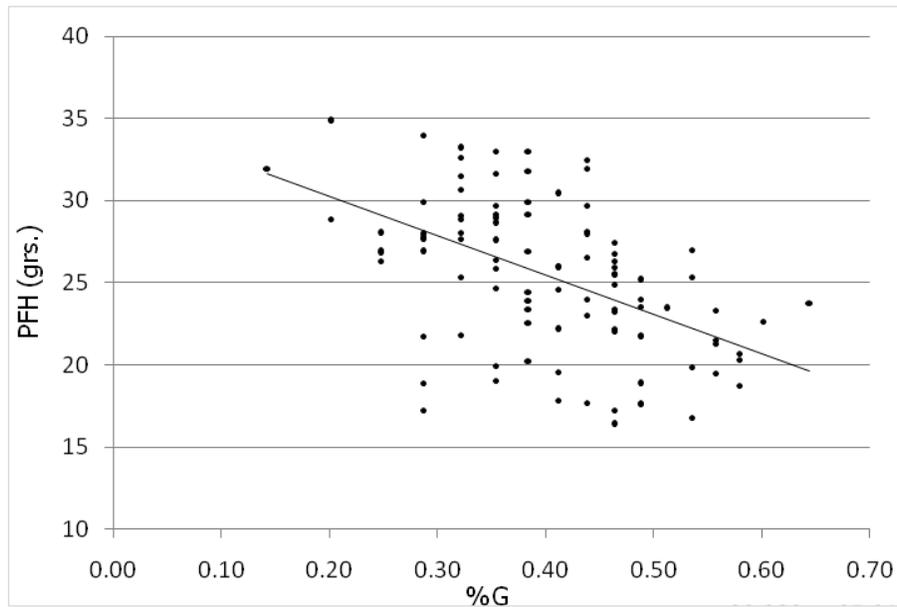
Figura 2. Regresión lineal para la variable plántulas normales, respecto %G.



El porcentaje de plántulas normales es explicado por el porcentaje de germinación en un 98%.

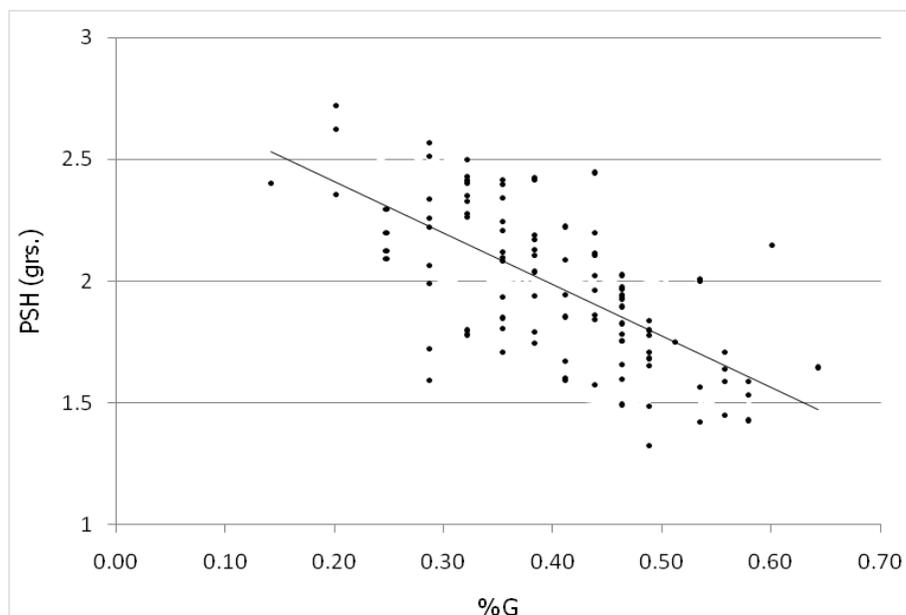
En lo que respecta a la variable peso fresco de hipocotilo, la ecuación resultante de predicción es $y = -23.922x + 35.014$, (Figura 8), con un coeficiente de determinación del $R^2 = 0.2693$

Figura 3. Regresión lineal para la variable peso fresco hipocotilo, respecto al %G.



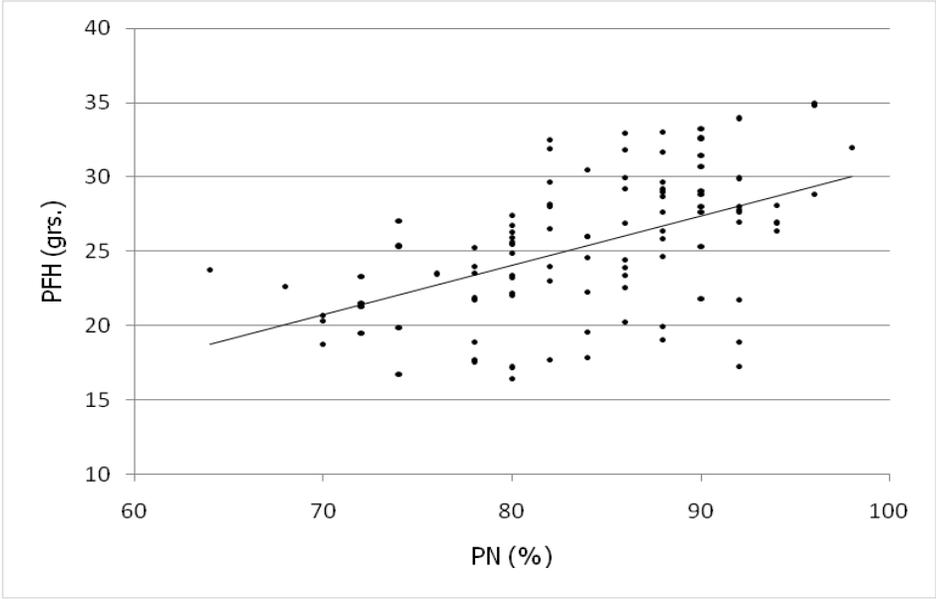
La ecuación de predicción para la variable peso seco de hipocotilo es $y = -2.1096x + 2.8309$, con un coeficiente de determinación del $R^2 = 0.4447$ (Figura 9).

Figura 4. Regresión lineal para la variable peso seco hipocotilo, respecto al %G.



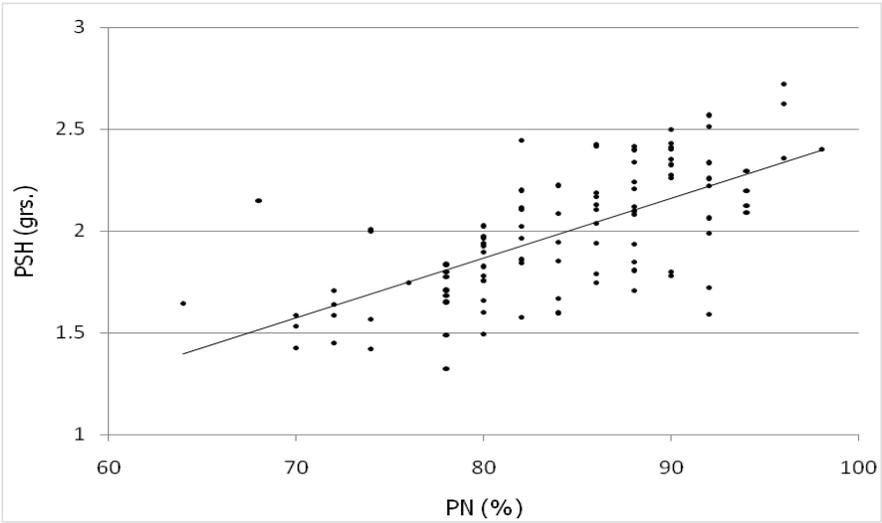
La variable peso fresco de hipocotilo en relación con las plántulas normales presentó la ecuación de predicción $y = 0.3335x - 2.6221$, con un coeficiente de determinación del $R^2 = 0.2642$ (Figura 10).

Figura 5. Regresión lineal para la variable peso fresco hipocotilo, respecto PN (%)



La variable peso seco de hipocotilo en relación con las plántulas normales presentó la ecuación de predicción $y = 0.0294x - 0.4868$, con un coeficiente de determinación del $R^2 = 0.4359$ (Figura 11).

Figura 6. Regresión lineal para la variable peso seco hipocotilo, respecto PN (%)



V.- DISCUSIÓN

5.1.- Efecto de la fertilización foliar en la calidad física de semilla de frijol

Peso de mil semillas. No se mostró un aumento significativo en el peso de mil semillas al tratarlas con fertilización foliar, ya que presentaron menor peso respecto al testigo (Tabla 2). Tales resultados contrastan con los obtenidos por Espinosa (1994), quien estudiando el rendimiento y la calidad de diferentes familias de frijol como respuesta a la densidad de siembra y fertilización foliar (Nitrofoska en una dosis de 2 l/ha aplicado en dos ocasiones), encontró que el peso de la semilla de diferentes familias de frijol se comporta de manera similar (estadísticamente), entre tratamientos; a pesar de un ligero aumento en el peso de las semillas tratadas con fertilizantes foliares (de 265.8 a 266 g). De igual manera, difieren contundentemente con los obtenidos por Sancé (1998) quien encontró diferencias altamente significativas en el peso de cien semillas de frijol asperjadas con diferentes fertilizantes orgánico-químicos; ya que todos los tratamientos indujeron un peso mayor que el testigo (el máximo aumento fue de 8.7% presentado por plantas tratadas con Bayfolán F 20.84 g, mientras que el mínimo aumento fue del 1%). Sin embargo los resultados aquí obtenidos concuerdan con los reportados por Zepeda *et al.* (2002), quienes al aplicar los fertilizantes NV3[®], NV4[®], NV5[®], miel de abeja y Semi-maz[®] de manera foliar sobre tres híbridos de maíz no encontraron ningún efecto significativo sobre la calidad física de la semilla. Cabe destacar que el peso de 1000 semillas obtenido en la presente investigación (con un promedio de 346 g) supera a los reportados por Sánchez (1972), de 181.74 y 261 g en diferentes muestras de frijol provenientes de diversas provincias de Costa Rica.

El descenso en el peso de mil semillas podría deberse a que a medida que se incrementa el número de semillas producidas, su peso específico tiende a reducirse (Béjar *et al.*, 2000). Resulta lógico aseverar que a mayor número de semillas menor será su peso, ya que la partición de biomasa en el fruto (semilla), será

mucho menor conforme aumente la demanda de esta; aunado a las condiciones nutricionales del cultivo y a la tendencia natural de aloca33n de nutrientes en la planta.

El hecho de obtener pesos bajos repercute en la calidad de la semilla de frijol, seg33n Allende *et al.*, (2006) a pesar de que pesos bajos no influyen directamente en los d33as a la floraci33n y a madurez fisiol33gica, si influye directamente en la variabilidad de las caracter33sticas f33sico-qu33micas del grano, rendimiento, biomasa, tasa de llenado de grano y reacci33n a pudriciones de ra33z.

Las diferencias en la calidad f33sica de semilla de frijol (peso de mil semillas) como respuesta a la fertilizaci33n, quiz33 se deban a las condiciones genot33picas del grano utilizado, adem33s de aspectos relacionados con la fisiolog33a de la propia semilla (contenido de enzimas, prote33inas, grasas y los hidratos de carbono).

En base al peso de mil semillas se seleccionaron los mejores tratamientos seg33n la comparaci33n de medias, trabajos posteriores reportan una correlaci33n entre el peso de las semillas con el porcentaje de germinaci33n (Espinoza, 1994, P33rez *et al.*, 2006 y Tenorio *et al.*, 2008).

5.2.- Efecto de la fertilizaci33n foliar en la calidad sanitaria de semilla de frijol

La aplicaci33n de fertilizantes v33a foliar no tuvo efectos en el porcentaje de semilla enferma (gr33fica 2), sin embargo si los tuvo para semilla picada ya que algunos tratamientos indujeron un menor porcentaje de semilla picada. Tales resultados son an33logos a los reportados por Espinoza (1994) quien encontr33 un menor porcentaje de semilla de frijol da33ada por gorgojo (*Acanthoscelides obtecus* Say) cuando se aplic33 fertilizante foliar, mientras que para el porcentaje de semilla manchada por hongos no se vio influenciada por la aplicaci33n de fertilizante foliar (Nitrofoska), en una dosis de 2 l/ha.

La fertilizaci33n foliar debe considerarse como un factor que induce mejor sanidad de la semilla de frijol. En trabajos reportados sin fertilizaci33n foliar en frijol se

presentaron entre un 17.0 y 29.54% de semilla enferma transmitidas por mosaico común y amarillamiento en diferentes lotes de Costa Rica (Sánchez, 1972).

5.3.-Efecto de la fertilización foliar en la calidad fisiológica de semilla de frijol

Plántulas normales. El desarrollo de plántulas normales fueron mayores con las aplicaciones foliares de AlgaEnzimS[®] (75 y 150 l/ha) Ferti Plus[®] y humus líquido de lombriz (Tabla 10). De igual manera Díaz (2005) observó una mejora en la presencia de plántulas normales al aplicar AlgaEnzimS[®] en semillas de cebolla. Sin embargo los porcentajes de plántulas normales obtenidos en el presente trabajo (con un promedio de 83.98%) son menores a los encontrados por Villanueva (2008) quien reporta un promedio de 88% en semilla de calabacita, tratada composta, biodegradado y fertilizante.

Plántulas anormales. La disminución generalizada de plántulas anormales de frijol (Tabla 12) en respuesta a las aspersiones foliares de fertilizantes (AlgaEnzimS[®] en mayor medida), coinciden con los obtenidos por Díaz (2005), quien reporta menor número de plántulas anormales de cebolla en respuesta a tratamientos de AlgaEnzimS[®].

Semilla muerta. El porcentaje de semilla muerta en las pruebas de germinación estadísticamente no es significativo (Tabla 13), sin embargo se observa una disminución del porcentaje de semilla muerta (Tabla 14) gracias a la fertilización foliar con el producto AlgaEnzimS[®] (75 y 150 l/ha), tales resultados son similares a la reducción de semilla muerta de cebolla gracias a tratamientos de AlgaEnzimS[®] reportada por Díaz (2005). Dicha reducción tendría que ser evaluada bajo condiciones de almacenamiento, ya que Alizaga (1985), demostró una mayor incidencia de semilla muerta en frijol rojo (México 80) y frijol negro (Pacuaral), conforme aumenta el periodo de almacenamiento a diferentes contenidos de humedad.

Semilla dura. La problemática en la presencia de semillas duras esta en determinar el porcentaje que podrán embeber agua, germinar y emerger en condiciones de campo; pudiendo llegar a presentar alteraciones en la velocidad y uniformidad de implantación una vez sembradas (Craviotto y Arango, 2004). Existe gran variabilidad en el porcentaje de semillas duras presentes en una muestra, ya que depende en gran medida de la especie, grado de madurez, condiciones durante la maduración, y tiempo de almacenamiento (Galussi, 2007).

Porcentaje de emergencia. El porcentaje de emergencia no se vio afectado, estadísticamente (Tabla 21) por la fertilización foliar en frijol, similar a lo obtenido por Espinoza (1994), quien a pesar de encontrar diferencias significativas en el porcentaje de emergencia para la fertilización foliar, el resultado no correspondió al efecto de dicho factor, dado que se aplicó en etapas de floración y desarrollo de las vainas, por lo que el efecto es debido a la ubicación del lote experimental. Sin embargo difieren con los obtenidos por Toribio (2009), quien trabajando con repollo encontró diferencias altamente significativas entre tratamientos, existiendo mayor porcentaje de emergencia en las semillas testigo (98%) que con los tratamientos a base de vermicomposta, líquido de lombriz y Fertidrip.

Porcentaje de germinación. La fertilización foliar, con los productos AlgaEnzimS[®] (75 y 150 l/ha), humus líquido de lombriz (30 l/ha) y Ferti Plus[®] (120 l/ha) indujo significativamente un mayor porcentaje de germinación en el frijol Flor de Junio Marcela (tabla 24), lo cual contrasta con lo obtenido por Espinoza (1994), ya que al aplicar el fertilizante foliar Nitrofoska no vio afectada la germinación de las familias de frijol. De igual manera difieren con los obtenidos por Toribio (2009) quien no encontró efectos en el porcentaje de germinación en repollo tratado con vermicomposta, líquido de lombriz y Fertidrip. Por su parte coinciden con los datos obtenidos por Zepeda *et al.*, (2002) quienes lograron un incremento del 5 y 12% en la germinación del híbrido de maíz H-214 al aplicar Semi-maz[®] y NV5[®]. De igual manera coincide con los reportados por Díaz (2005) quien encontró un alto porcentaje de germinación en semilla de cebolla (77%) como respuesta a

aplicaciones de AlgaEnzimS[®]. Sin embargo el poder germinativo (86.9%) es menor a lo reportado por González *et al.* (2008), que encontraron un 99.2% de germinación en frijol Flor de Junio Marcela obtenido en condiciones de temporal (durante el ciclo primavera-verano del 2006 en Celaya, Guanajuato).

Resalta la importancia de la fertilización foliar en la semilla, ya que Woo *et al.*, (2002), precisan que es una herramienta optima para la nutrición de la planta; por lo que sería congruente conjeturar que esta práctica coadyuva a que existan las fitohormonas y nutrientes necesarios en la semilla para su germinación adecuada.

5.4.- Correlación de Pearson y Regresión Lineal

La correlación negativa (no significativa) mostrada entre las variables calidad física y calidad sanitaria (tabla 25) son similares a los resultados obtenidos por Béjar *et al.*, (2000) quien trabajando con fertilización en alfalfa no encontraron una correlación significativa entre las variables rendimiento de semilla y las variables de calidad física y fisiológica, lo cual indica que no necesariamente los tratamientos de mayor rendimiento, tienen a su vez la mejor calidad física y fisiológica de semilla. Sin embargo, los datos presentes por los mismos autores contrastan con los aquí obtenidos en la correlación entre los componentes de calidad fisiológica de la semilla de frijol (tabla 26). Por su parte Espinoza (1994) trabajando con densidades de siembra y fertilización foliar en frijol encontró que el porcentaje de germinación correlacionó positiva y significativamente con el peso inicial de la semilla.

VI.- CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye: que la fertilización foliar no induce un aumento significativo en la calidad física del frijol (peso de 1000 semillas). A pesar de no presentarse diferencias significativas en el porcentaje de semilla picada y semilla enferma, la calidad sanitaria de la semilla se vio favorecida.

En cuanto a la calidad fisiológica se refiere, todos los tratamientos indujeron una cantidad mayor de plántulas normales y una disminución de plántulas anormales; sin existir diferencias estadísticas para semilla muerta y dura. De igual manera todos los tratamientos indujeron mayor peso fresco y peso seco de hipocotilo. No se presentó mayor porcentaje de emergencia como respuesta a la fertilización foliar, sin embargo el porcentaje de germinación si resultó favorecido, pues se vio un aumento considerable respecto al testigo.

Aplicaciones foliares de AlgaEnzimS[®] (150 l/ha) presentaron mejores resultados en los componentes de calidad de semilla en frijol Flor de Junio Marcela.

Se obtuvieron correlaciones negativas entre peso de 1000 semillas con semilla buena, porcentaje de germinación con plántulas normales, porcentaje de germinación con peso fresco de hipocotilo, dichas correlaciones se vieron favorecidas con la fertilización foliar; humus líquido de lombriz (30 l/ha) y AlgaEnzimS[®] (150 l/ha).

La práctica de la fertilización foliar no influye de manera significativa en la calidad física, pero si lo hace de manera significativa para la calidad sanitaria y fisiológica del frijol Flor de Junio Marcela, además de favorecer correlaciones entre los componentes fisiológicos del cultivo de frijol.

Por lo anterior, se aceptan las hipótesis establecidas en la investigación.

VI.- LITERATURA CITADA

- Abencerraje, R.F. y Garza De la, C.M. 1986. Respuesta del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al fertilizante líquido biodegradado anaeróbicamente del estiércol de bovino. *Agraria, Revista Científica UAAAN* 2: 130-137.
- Acosta, D.E.; Acosta, G.J.; Amador, R.M. Padilla, R.J. 2009. Efecto del riego suplementario en la producción de biomasa y grano de frijol de temporal en Zacatecas, México. *Agricultura Técnica en México* 35(2): 157-167.
- Acosta, D.E.; Amador, R.M.; Padilla, R.J.; Gómez, D.P.; Valadez, M.H. 2007. Biomasa y rendimiento de frijol tipo flor de junio bajo riego y sequía. *Agricultura Técnica en México* 33(2): 153-162.
- Aguirre, R. y Peske, S.T. 1988. Manual para el beneficio de semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 277 p.
- Alizaga, R. 1985. Efecto de la temperatura de secado y del contenido de humedad durante el almacenamiento sobre la calidad de la semilla de frijol. *Agronomía Costarricense* 9(2):165-170.
- Álvarez, A.A.; Ramírez, W.B.; Valenzuela, C.P.; López, E.J.; Loaiza, V.J.; Medina, R.C.; Quijada, F.A. 2005. Efecto de fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento y contenido de proteínas en maíz (*Zea mays* L.) de alta calidad proteica. Resúmenes de trabajos libres: cereales, oleaginosas. V Congreso del Noroeste, I Nacional en Ciencias Alimentarias y Biotecnología Centro de las Artes de la Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. 7-12 de Noviembre.
- Allende, A.G.; Acero, G.G.; Padilla, R.J.; Mayek, P.N. 2006. Comportamiento agronómico y características físico-químicas del grano de frijol en Aguascalientes, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29: 89-93.
- Amado, A.J. y Ortíz, F. P. 1999. Producción de frijol bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada y fosfórica usando agua residual en Bustillos, Chih. *TERRA Latinoamericana* 17(4): 337-343.
- Antón, N.; Hernanz, A.; Soblechero, E.; Durán, A.J.M . 2005. La semilla y su morfología. *Agricultura: Revista agropecuaria* 877: 612-615.
- Arias, J.H., Jaramillo, M.; Rengifo, T. 2007. Manual: Buenas Prácticas Agrícolas, en la Producción de Fríjol Voluble. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Gerencia de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Antioquia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, La Selva. Medellín, Colombia. 167 p.

- Aristizábla, L.M. y Álvarez, L.P. 2006. Efectos del deterioro de la semilla sobre el vigor, crecimiento y producción del maíz (*Zea mays*) Agron. 14: 17-24.
- Ayala, G.O.; Pichardo, G.J.; Estrada, G.J.; Carrillo, S.J. Hernández, L.A. 2006. Rendimiento y calidad de semilla de frijol ayocote en el Valle de México. Agricultura Técnica en México 32(3): 313-321.
- Barrera, G.J.L.; Salazar, S.E.; Borodanenko, A.; Reyes, R.D.M. 2003. Aplicación de composta, vermicomposta más AlgaEnzimS[®] en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica L.). Memoria de Resúmenes del X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, IX Congreso Nacional y II Internacional de la Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental. Del 20 al 24 de octubre del 2003. Chapingo, México. 10: 75.
- Barreto, O.F.M. 1999. Efecto del AlgaenzimS^{MR} sobre el rendimiento y calidad de fruto de dos híbridos de melón (*Cucumis melo* L.) cultivados en acolchado transparente bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Departamento de Horticultura. División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila. México.
- Barrios, G.E. y López, C.C. 2009. Temperatura base y tasa de extensión foliar en frijol. Agrociencia 43: 29-35.
- Béjar, H.M; Valdez, O.A.; Garza De la, G.R.; Morones, R.R. 2000. Rendimiento y calidad de semilla de alfalfa bajo diferentes niveles de fertilización y densidades de siembra. Agraria, Revista Científica UAAAN 16: 59-79.
- Betancourt, O.M.; Rodríguez, M.M.; Sandoval, V.M.; Gaytán, A.E. 2005. Fertilización foliar una herramienta en el desarrollo del cultivo de Liliium C.V. Stargazer. Revista Chapingo, Serie Horticultura 11(2): 371-378.
- Borrajo, C.I. 2006. Importancia de la calidad de semillas: Curso internacional en ganadería bovina subtropical. 6 de Noviembre. Reconquista, Argentina. 8 p.
- Casini, C. 2007. Producción de semillas. Análisis de Semillas 1: 54-59.
- Castañeda, S.C.; López, C.C.; Colinas, León De, T.; Molina, M.J.; Hernández, L.A. 2009. Rendimiento y calidad de la semilla de cebada y trigo en campo e invernadero. INTERCIENCIA 34(4): 286-292.
- Castro, B.R.; Téllez, P.J.; Pérez, G.M.; Rodríguez, P.E.; Pérez, M.C.; Cutberto, V.R.J.C. 2003. Soluciones nutritivas y fertilización foliar para producir plántula de brócoli, tomate de cáscara y jitomate. Memoria de Resúmenes del X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, IX Congreso Nacional y II Internacional de la Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental. Del 20 al 24 de octubre del 2003. Chapingo, México. 10: 126.

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1999. Técnicas para la escarificación de semillas forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto Semillas Forestales. Serie Técnica. Manual Técnico Número 36. Turrialba, Costa Rica. 60 p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2000. Técnicas para la germinación de semillas forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Investigación: Proyecto de Semillas Forestales. Serie Técnica. Manual Técnico Número 39. Turrialba, Costa Rica. 51 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1980. Semilla de frijol de buena calidad. Guía de estudio para ser usada como complemento en la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. 2da. Ed. Cali, Colombia. 42 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1981. Evaluación de la calidad de semilla de maíz. Guía de estudio para ser usada como complemento en la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Cali, Colombia. 21 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1983. Metodología para obtener semillas de calidad: Arroz, Frijol, Maíz, Sorgo. CIAT. Serie 07 sse (1)83. Cali, Colombia. 200 p.
- Cooperación Suiza en América Central.; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.; Asociación de Trabajadores del Campo.; Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (COSUDE-IICA-ATC-INTA). 2010. Guía técnica para la producción artesanal de semilla de frijol. Proyecto "Fortalecimiento a la producción y comercialización de frijol rojo en tres municipios del departamento de Estelí (La Trinidad, San Nicolás, Estelí)". Estelí, Nicaragua. 32 p.
- Coutiño, A.H. 1999. Fertilización foliar y su efecto en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Italica plenk). Tesis de Licenciatura. Departamento de Horticultura. División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila. México.
- Cracogna, M.F.; Fogar, M.N.; Iglesias, M.C.; Fernández, J.A. 2000. Ensayo en macetas de fertilización orgánica foliar en maíz. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.
- Craviotto, R.M. y Arango, M.R. 2004. ¿Novedades en calidad de semillas de granos y semillas de soja? *APOSGRAN* 4: 39-41.
- Cuadra de la, C. 1992. Germinación, latencia y dormición de las semillas en las avenas locas. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Secretaria General de Estructuras Agrarias. Hojas divulgadoras 3. Cuesta de San Vicente, Madrid. 24 p.

- Cuéllar, O.S. y Covarrubias, R.A. 2005. Alternativas para enfrentar la sequía en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). Claridades Agropecuarias 142: 32-41.
- Cunha F.S.D. 2005. Dormancia en semillas. Revista SEED News. 9(4).
- Delouche, C.J. 2002. Germinación, deterioro y vigor de semillas. Revista SEED News 6(6).
- Delouche, C.J. 2005. Calidad y desempeño de la semilla. Revista SEED News 9(5).
- Díaz, F.A. y Ortegón, M.A. 2006. Efecto de inoculación con *Azospirillum brasilense* y fertilización química en el crecimiento y rendimiento de canola (*Brassica napus*). Revista Fitotecnia Mexicana 29: 63-67.
- Díaz, H.C. 2005. Efecto de AlgaEnzimS^{MR} y Nitrato de Potasio (KNO₃) en la germinación de semilla de cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitomejoramiento. División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila. México.
- Díaz, Z.M. 2000. Efecto de dos momentos de aplicación de urea sobre la producción de grano de trigo en Drabble (Buenos Aires, Argentina) Ciencia del Suelo 18(2):125-131.
- Dios de, D.I. de.; Sandoval, V.M.; Rodríguez de las, M.N.; Cárdenas, S.E. 2006. Aplicaciones foliares de calcio y silicio en la incidencia de mildiu en lechuga. TERRA Latinoamericana 24: 91-98.
- Dzib, E.R. y Uribe, V.G. 2004. Fuentes de fertilizantes y su respuesta en el rendimiento y calidad del chile habanero. First World Pepper Convention. León, Guanajuato México del 27 al 29 de Junio. 230-235 p.
- Elizalde, A.M. 2006. Ensayo comparativo de la fertilización orgánica y mineral en el rendimiento de *Phaseolus vulgaris* L., bajo sistema de riego por goteo. Tesis de Licenciatura. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. La Molina, Lima.
- Espinosa, P.H. 1994. Rendimiento y calidad de semilla de frijol, como respuesta a los factores: densidad de población y fertilización foliar. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Programa Interdisciplinario de Producción de Semillas. Montecillo, México.
- Espinosa, R.S. 2003. Aplicaciones de fertilizantes foliares mejorados con aminoácidos en plantas de chile pimiento morrón (*Capsicum annuum* var. California Wonder 300) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ciencia del Suelo. División de Ingeniería. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila. México.

- Ferraris, G.N.; Couretot, L.A.; Ponsa, J.C. 2007. Evaluación del efecto de un fertilizante foliar nitrogenado sobre el rendimiento, sus componentes, la eficiencia de uso del nitrógeno y la calidad en cebada cervecera y trigo. INTA-Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información técnica de trigo y otros cultivos de invierno. Publicación Miscelánea 107: 45-56.
- Financiera Rural (FIRA). 2009. Monografía frijol. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. México, D.F. 4 p.
- Fontanetto, H.; Keller, O.; Albrecht, J. 2009. Efecto de la fertilización foliar con boro y nitrógeno sobre el cultivo de soja. *Informaciones Agronómicas* 47: 19-22.
- Fortis, H.M.; Leos, R.J.; Preciado, R.P.; Orona, C.I.; García, S.J.; García, H.J.; Orozco, V.J. 2009. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. *TERRA Latinoamericana* 27(4): 329-336.
- Gallo, C.; Arango, P.M.; Craviotto, M.R. 2010. Calidad de simiente 2010: ¿Por qué evaluar sanidad? - Para mejorar la producción 45: 51-53.
- Galussi, A.A. 2007. Cuestiones sobre semillas duras de leguminosas forrajeras. *Análisis de Semillas* 1: 40-43.
- García, E.R.; Carrillo, F.A.; Márquez, S.I.; Araiza, L.E.; Angulo, E.M. 2003. Efecto de extracto de algas marinas (Acadian en rendimiento y calidad de frutos en cultivo comercial de tomate). Memoria de Resúmenes del X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, IX Congreso Nacional y II Internacional de la Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental. 20 al 24 de octubre del 2003. Chapingo, México. 10: 109.
- García, M.E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 2a. Ed. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 246p.
- Gomes, J.F. y Eustáquio De, Sá. 2010. Proteína e qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da adubação nitrogenada em plantio direto. *Revista Brasileira de Sementes* 32: 034-044.
- González, R.M.; Pajarito, R.A.; Rosales, S.R.; Compeán, G.F.; López, H.J.; Jolalpa, B.J. 2008. Oportunidades de mercado para el frijol producido en Durango. SAGARPA-INIFAP-CIRNC. Publicación especial número 25. 55p.
- González, T.G.; Mendoza, H.F.; Covarrubias, P.J.; Morán, V.N.; Acosta, G.J. 2008. Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del bajío. *Agricultura Técnica en México* Vol. 34(4): 421-430.

- Groenewold, L.B.; Mayek, P.N. y Padilla, R.S. 2003. Hongos asociados a la semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Aguascalientes, México. Revista Mexicana de Fitopatología 21:375-378.
- Gutiérrez, G.A.; Carballo, C.A.; Mejía, C.J.; Vargas, H.M.; Trethowan, R.; Villaseñor, M.H. 2006. Caracterización de trigos harineros mediante parámetros de calidad física y fisiológica de la semilla. Agricultura Técnica en México 32: 45-55.
- Hampton, J.G. 2001 ¿Qué Significa Calidad de Semillas? Revista SEED News 5(5).
- Haro, F.M.; 1998. Efecto del encalamiento y fertilización con nitrógeno y fósforo en el rendimiento y rentabilidad del frijol común. Proyecto Especial de Licenciatura. El Zamorano. Departamento de Desarrollo Rural. Honduras.
- Hernández, L.A.; Estrada, G.J.; Juárez de la, Cruz. A.; Ayala, G.O. 1999. Influencia de la fertilización y del ambiente de almacenamiento en la calidad de semilla de cebolla. Revista Fitotecnia Mexicana 22: 87-97.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2008. Guía de identificación y manejo integrado de las enfermedades del frijol en América Central. Proyecto Red de Innovación Agrícola. Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Managua, Nicaragua. 32 p.
- Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI). 1977. Sistema Nacional de Información Geográfica (SNIG). Carta edafológica (1:50´000). Saltillo, Coahuila. G14C33.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias- Secretaría de Agricultura Ganadería-Fundación PRODUCE Coahuila (INIFAP-SAGARPA). 2010. Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimáticas. Disponible en: <http://clima.meteored.com/clima-en-saltillo-763900-2010-html>; <http://clima.inifap.gob.mx/redclima/clima/default.aspx?estado=5>
Consultado: domingo 27 de febrero del 2011.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rule for Seed Testing Rules. Seed Sci. & Technol. Zürich, Switzerland. 101-107 p.
- Kuruvadi, S. y Piña, P.R. 1991. Respuesta del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre el rendimiento y sus componentes, con pretratamiento de semilla bajo condiciones de temporal. Agraria, Revista Científica UAAAN 7(2): 106-117.

- Leyva, O.O.; Molina, M.J.; Carballo, C.A. 1999. Métodos de trilla y su relación con la calidad física y fisiológica en semilla de frijol. *Revista Fitotecnia Mexicana* 22: 51-61.
- López, C.J. 2008. Efecto del fertilizante orgánico foliar TRX en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero. Tesis de Licenciatura. Departamento de Horticultura. División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila. México.
- Mancera, R.A.; García De los Santos G.; Carballo, C.A.; Villaseñor, P.A.; Martínez, G.Á.; Estrada, T.V. 2007. Calidad fisiológica y daño físico en semilla de maíz sometida a impacto. *Agricultura Técnica en México* 33(2): 125-133.
- Martínez, L.S.; Verde, S.J.; Maiti, R.K.; Oranday, C.A.; Gaona, R.H.; Aranda, H.E.; Rojas, G.M. 1999. Efecto de un extracto de algas y varios fitoreguladores sobre el valor nutricional del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L. var *gigant*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 49(2): 166-170.
- Martínez, L.S.J.; Nuñez, G.A.; García, D.G.; Moreno, L.S.; Verde, S.J.; Cárdenas, A.M.; Eguida, Q.B. 2002. Efecto del producto comercial AlgaEnzimS[®] sobre el crecimiento de dos variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en etapa temprana. *ΦYTON. International Journal of Experimental BOTANY* : 157-162.
- Martínez, L.S.J.; Verde, S.J.; Torres, C.T.E.; Maiti, R.; Moreno, L.S.; García, A.E.I. 2000. Efecto del producto comercial AlgaEnzimS[®] sobre el crecimiento y desarrollo de algunas variedades de frijol, (*Phaseolus vulgaris* L). en etapa temprana. *ΦYTON. International Journal of Experimental BOTANY* 68: 65-75.
- Medel M.E.; Rodríguez, G.E.; Rodríguez, M.M.; Santiaguillo, H.J. F. 2003. Efecto de la fertilización foliar en tomate de cáscara. Memoria de Resúmenes del X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, IX Congreso Nacional y II Internacional de la Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental. 20 al 24 de octubre del 2003. Chapingo, México. 10: 50.
- Meléndez, L.; Hernández, A.; Fernández, S. 2006. Efecto de la fertilización foliar y edáfica sobre el crecimiento de plantas de maíz sometidas a exceso de humedad en el suelo. *Bioagro* 18(2): 107-114.
- Mendoza, M.O. 2004. Aplicación de fertilizantes foliares mejorados con aminoácidos y potasio en plantas de chile pimiento morrón (*Capsicum annuum* var. California Wonder 300) en condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ciencia del Suelo. División de Ingeniería. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila. México.

- Moreno, M.E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología-UNAM. México, D.F. 334 p.
- Muruaga, M.J.; Acosta, G.J.; Garza, G.R. 1993. Estudio preliminar de las enfermedades y plagas insectiles en las colectas de *Phaseolus* de México. AGRONOMÍA MESOAMERICANA 4: 86-90.
- Narro, F.E.; Prieto, R.R.; Lasso, M.L.; Cortés, J.J.; Zermeño, G.H. 1994. Fertilización foliar y regulación hormonal en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*, L.) en Saltillo, Coahuila. Agraria, Revista Científica UAAAN 10(2): 151-165.
- Nava, S.R.; Almaguer, V.G.; Pérez, G.M.; Maldonado, T.R.; Cárdenas, S.E. 2004. Fertilización foliar en cebolla. Revista Chapingo Serie Horticultura 10(2): 159-163.
- Navarrete, M.R. y Moreno, M.E. 1992. Problemática fitosanitaria en frijol. Diversidad genética y patología de frijol: Simposio latinoamericano de patología del frijol. Puebla de los Ángeles, Pue., México. 08-10 octubre. 99-109 p.
- Novembre, A. 2001. Evaluación de la calidad de las semillas. Revista SEED News 5(3).
- Olivares, S.E. 1993. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.4. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L.
- Pérez, G.J. 2004. Efecto de tres productos foliares y uno al suelo en chile serrano (*Capsicum annuum* L.) en Tepatepec, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Departamento de Horticultura. División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila. México.
- Pérez, M.C.; Hernández, L.A.; González, C.F.; García de los, S.G.; Carballo, C.A.; Vásquez, R.T.; Tovar, G.M. 2006. Tamaño de semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. Agricultura Técnica en México 32(3): 341-352.
- Ramírez, G. 1984. Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en un suelo de Upala. Agronomía Costarricense 8: 69-73.
- Ramírez, G.M. y López, T.Q. 1993. Métodos estadísticos no paramétricos. Departamento de Publicaciones de Difusión Cultural, Universidad Autónoma Chapingo. México, D.F. 223 p.
- Ramírez, S.L.F.; Alcántar, G.G.; Ortega, E.M.; Escalante, E.A.; Soto, H.M.; Sánchez, G.P. 1998. Fertilización foliar orgánica e inorgánica y rendimiento de sorgo en condiciones de salinidad. TERRA Latinoamericana 16(3): 205-210.

- Reyes, C.P.1992. Diseño de experimentos aplicados: agronomía, biología, química, industrias, ciencias sociales, ciencias de la salud. 3a. Ed. Ed. Trillas S.A. de C.V. México, D.F. 348 p.
- Rivera, R.J.G.; Peraza, L.F.A.; Serratos, A.J.C.; Posos, P.P.; Guzman, M.S.H.; Cortez, B.E.; Castanon, N.G.; Mendoza, E.M. 2009. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada en el contenido de ácido fítico y vigor de la semilla de avena de la variedad Saia en México. *ΦYTON* 78: 37-42.
- Robles, H.L.; Gonzalez, F.A.C.; Guy, S.O.; Chun, W.C. 2009. Liquid compost factor: a biologically derived seed treatment for increased grain chickpea production. *ΦYTON* 78: 129-134.
- Román, G.F.; Gómez, P.D.; Cruz de la, L.A.; Arellano, C.J.M. 2006. Efecto de la fertilización foliar en tres cultivares de chile (*Capsicum annum* L.). Revista Digital de la Universidad Autónoma de Zacatecas Nueva época. 2(3) Disponible en: <http://www.uaz.edu.mx/revistainvestigacion> Consultado: jueves 03 de marzo de 2011.
- Sancé, N.J.E. 1998. Evaluación de cuatro productos orgánicos y un químico como fertilizantes foliares sobre el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); en dos localidades del municipio de Ipala, Chiquimula. Tesis de Licenciatura. Centro Universitario de Oriente Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Chiquimula, Guatemala.
- Sánchez, M. F. 1972. Evaluación de la calidad de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Costa Rica. Tesis de Maestría. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Centro Tropical de Enseñanza e Investigación. Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales. Turrialba, Costa Rica.
- Sánchez, M.J.; Padilla, G.J.; Sandoval, I.E.; Arellano, R.L.; Avendaño, L.A.; Gómez, C.S. 2006. Terminología de semillas. Departamento de Producción Agrícola-División de Ciencias Agronómicas. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Ed. Prometeo Editores. Guadalajara, Jalisco, México. 1440 pp.
- Statistical Analysis System (SAS) 2003. Institute Inc., Cary, NC. USA.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2007. Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General. Secretaría de Servicios Parlamentarios. Dirección General de Bibliotecas. México, D.F. 17 p.
- Serrano, C. 2005. Sistema de investigación del cultivo de frijol en México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Chapingo – Centro de Investigaciones

Económicas, Sociales y Tecnologías de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Chapingo, Edo. de México.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011. Avance de siembras y cosechas: resumen nacional por Estado. México.

Soto, O.R.; Facio, P.F.; Bustamante, G.L; Alvarado, M.E.; Rodríguez, Del Ángel. J. Dávila, C.S. 1999. Temperaturas de secado artificial y su efecto en la germinación de semilla de sorgo. Agraria, Revista Científica UAAAN 2(1-2): 97-105.

Spiegel, R.M. 1993. Estadística. 2da. Ed. Ed. McGraw-Hill/Interamericana de México S.A. de C.V. México, D.F. 556 p.

Tenorio, G.; Rodríguez, T.D.; López, R. G. 2008. Efecto del tamaño y color de la semilla en la germinación de *Cecropia obtusifolia* Bertol (Cecropiaceae). Agrociencia 42: 585-593.

Toribio, F. 2009. Evaluación de tratamientos sobresalientes de vermicomposta y líquido de lombriz en la producción de plántulas de repollo (*Brassica oleracea* L.) var. Capitata, bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitomejoramiento. División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Saltillo, Coahuila. México.

Torre de la, A.R. 1992. La investigación fitopatológica del cultivo del frijol en el Estado de Puebla. Diversidad genética y patología de frijol: Simposio latinoamericano de patología del frijol. Puebla de los Ángeles, Pue., México. 08-10 octubre. 16-24p.

Trejo, T.L.I.; Rodríguez, M.M.; Alcántar, G.G.; Vázquez, A.A. 2003. Fertilización foliar específica para corregir deficiencias nutrimentales en tres tipos de suelo. *TERRA Latinoamericana* 21(3): 365-372.

Trinidad, S.A. y Aguilar, M.D. 1999 Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *TERRA* 17(3): 247-255.

Vanguardia. 2010. Saltillo, Coahuila. Disponible en: <http://www.vanguardia.com.mx/cierranrutasensaltilloporhuracanalex-516241.html> Consultado: 30 de enero de 2011.

Velásquez, C.M.V.; Peña, L.A.; Cruz, G.R.A. 1994. Fertilización foliar en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) en Chapingo, México. Revista Chapingo. Serie Horticultura 2: 149-152.

- Ventura, E.R. 1991. Fenología y Fenometría de una Variedad y una Línea de Frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la Zona Occidental de El Salvador. *Agronomía Mesoamericana* 2: 56-60.
- Verdugo, H.V.Y.; Arellano, G.M.; Gutiérrez, C.M.A. 2003. Efecto de la nutrición vegetal al suelo y foliar en el rendimiento y calidad de tubérculos de papa (*Solanum tuberosum*) bajo condiciones de invernadero. Memoria de Resúmenes del X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, IX Congreso Nacional y II Internacional de la Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental. 20 al 24 de octubre del 2003. Chapingo, México. 10: 17.
- Villanueva, C.V.M. 2008. Producción de semilla de calabacita (*Cucúrbita pepo* L.) bajo fertilización química y orgánica. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coahuila, México.
- Woo, R.J.; Garza De la, G.R.; Hernández, D.J.; Morones, R.R. 2002. Fertilización foliar en tomate con el uso de agroplásticos. *Agraria, Revista Científica UAAAN* 18: 27-43.
- Zepeda, B.R.; Carballo, C.A.; Alcántar, G.G.; Hernández, L.A.; Hernández, G.A. 2002. Efecto de la fertilización foliar en el rendimiento y calidad de semilla de cruza simples de maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25(4): 419-426.