

**VERIFICACIÓN DE LA PUREZA VARIETAL DEL FRIJOL PINTO
SALTILLO CATEGORIA CERTIFICADA PRODUCIDA
EN DIFERENTES DELEGACIONES SNICS**

LAYNER ROBLERO VELASCO

T E S I S

**Presentada como requisito parcial para
obtener el grado de:**

**MAESTRO EN TECNOLOGÍA
DE GRANOS Y SEMILLAS**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
PROGRAMA DE GRADUADOS**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2009.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIRECCIÓN DE POSTGRADO

**VERIFICACIÓN DE LA PUREZA VARIETAL DEL FRIJOL PINTO
SALTILLO CATEGORIA CERTIFICADA PRODUCIDA
EN DIFERENTES DELEGACIONES SNICS**

TESIS

POR:

LAYNER ROBLERO VELASCO

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y
aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:

M. C. José Ángel Daniel González

Asesor:

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Asesor:

Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

Asesor:

M. C. Isaac Sánchez Valdez

Asesor:

M. C. Eugenio Rodríguez Cabrera

Dr. Jerónimo Landeros Flores

Director de postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 2009.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** primeramente por darme la vida y por fortalecer mi espíritu y mi alma con tu bendición, por estar conmigo en los momentos difíciles y llenos de alegría y por la ayuda para terminar una meta más de satisfacción en mi vida.

A la **Virgen de Guadalupe** por tu amor, compañía y bendición que siempre me brindaste para seguir adelante y lograr un sueño que siempre anhelé.

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”** por abrirme nuevamente un espacio para seguir superándome profesionalmente, gracias “alma mater” por regalarme una satisfacción enorme de terminar un grado anhelado, siempre y por toda la vida te estaré inmensamente agradecido.

Al **Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas** y a los **profesores** que dentro de ella laboran, por formar parte de mi vida como profesional, abriéndome una satisfacción enorme de estudiar una especialidad.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por el apoyo económicamente brindado para sostener mis estudios de maestría y de esta forma lograr una meta más en mi vida.

Al **M. C. José Ángel Daniel González** por ser partícipe como asesor en este trabajo de investigación y por la amistad incondicional brindada durante mi estancia en esta universidad.

Al **Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo** por participar en este trabajo de investigación, además de la amistad y sus sabios consejos que me ha dado a lo largo de mi recorrido en mi vida profesional en esta universidad.

Al **Dr. Víctor Manuel Zamora Villa** por formar parte del presente trabajo de investigación, por su amistad y por su apoyo incondicional en la revisión del mismo.

Al **M.C. Isaac Sánchez Valdez** por participar en este trabajo, como también por brindarme una gran amistad durante mi estancia en Saltillo.

Al **M.C. Eugenio Rodríguez Cabrera** por su apoyo brindado en este trabajo y por su amistad incondicional.

A la **Dra. Norma Angélica Ruiz Torres** por su gran amistad, por su apoyo y por haberme compartido parte de sus conocimientos en bienestar de mi superación personal.

Al **Ing. René Arturo De la Cruz Rodríguez** por la ayuda incondicional que me ha brindado a lo largo de mi formación como profesionista y sobre todo por su amistad.

A la **Lic. Sandra Roxana López Betancourt** por su amistad brindada a lo largo de mi estancia en Saltillo y por apoyarme en la redacción de este trabajo.

A la **T.L.Q. Sandra Luz García Valdez** por ser participe en el presente trabajo, apoyando en los análisis de laboratorio y por su amistad.

A la **Ing. Martina De la Cruz Casillas** por su amistad incondicional y por todo el apoyo durante mi estancia en la maestría.

A la **L.C.Q. Magdalena Olvera Esquivel** por su amistad y por todo el apoyo brindado en este trabajo de investigación.

A la secretaria **Ana Ma. Aguirre Gámez** por todo el apoyo brindado en la recepción y documentación durante mi estancia en la maestría.

A mi amigo el **C.P. Eduardo Velasco García** por su amistad y consejos que me fortalecieron durante mi vida profesional.

A mis compañeros de generación **Silvia, Rosalía, Antonio, Julio, Enrique y Pavel** por la gran amistad que me brindaron a lo largo de la maestría.

A ti **Gris** por tu compañía, cariño y comprensión que demostraste tenerme a lo largo del tiempo que nos conocemos y que hemos convivido.

A todos y cada uno de mis **amigos y compañeros** dentro y fuera de la maestría “gracias” por la gran amistad que me brindaron.

A todas las personas que me brindaron apoyo, cariño y amistad a lo largo de mi estancia en la maestría y en Saltillo: Yanet, Diana, Lurdi, Elvira, Daniela, Norma, Aide, Marina, Elena, Madain, Damián, José Luis, Mariano, Joel, Nelson, Cristóbal, Aimer, Roberto, Pedro, Berni.

DEDICATORIAS

A mis Padres

Candido Roblero Aguilar y Candelaria Velasco Morales

Por darme la vida y nuevamente la oportunidad de seguir superándome profesionalmente, por enseñarme el mejor camino a seguir y los principios de la sabiduría, por todo el amor, confianza y cariño que han demostrado tenerme durante todo el transcurso de mi vida y de esta forma abrir paso a un página más del libro de mi vida, deseo de todo corazón que Dios nuestro señor los bendiga hoy, mañana y siempre, son lo mejor de mi vida, los quiero y los amo mucho.

A mis Hermanos

Lic. Rubio Magdiel Roblero Velasco

Por regalarme la dicha de poder llamarte hermano, porque siempre y en cada momento me brindaste tu apoyo y cariño incondicional durante toda nuestra estancia en Saltillo y en la Universidad, por ser un ejemplo de superación, te deseo lo mejor, que Dios te bendiga siempre.

Landy Yosely Roblero Velasco

Por brindarme tu apoyo, cariño y amor incondicional que fortalece mi alma para seguir adelante, por ser motivo de superación, por la capacidad e inteligencia que posees, siempre estarás en mi corazón, te quiero y te querré mucho. Dios te bendiga siempre.

Leticia Roblero Velasco

A ti mi estimada y mas chiquita hermanita, por ser tan tierna, dulce y también motivo de mi superación, por brindarme tu cariño y amor durante toda mi vida, te admiro mucho pequeña, eres el lucero más hermoso y brillante de nuestra Familia, Dios te bendiga siempre.

A mí Cuñado

Profesor Carlos Alberto Gómez Ventura

Por ser parte de nuestra hermosa familia, por tu apoyo incondicional y por demostrarme cariño y aprecio a lo largo del tiempo que nos conocemos, Dios te bendiga siempre.

A mis Abuelitos

Martiniano (+), Candelaria (+), Fidelio, Antonia

Por la bendición que siempre y en cada momento he tenido de Ustedes, por el cariño y amor que me han demostrado y por ser los principales pilares de mi hermosa Familia Roblero Velasco, Dios nuestro señor los bendiga siempre.

COMPENDIO

VERIFICACIÓN DE LA PUREZA VARIETAL DEL FRIJOL PINTO
SALTILLO CATEGORIA CERTIFICADA PRODUCIDA
EN DIFERENTES DELEGACIONES SNICS

POR

LAYNER ROBLERO VELASCO

MAESTRÍA

TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA. MAYO 2009.

MC. José Ángel Daniel González – Asesor –

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., Descripción varietal, Caracteres cualitativos y cuantitativos, Certificación, Calidad de semilla.

Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron: determinar por medio de estudios de campo e invernadero la posible contaminación varietal en lotes de semilla certificada de frijol Pinto Saltillo producida en diferentes

regiones del país en comparación a la semilla original, utilizando los descriptores cuantitativos y cualitativos, así como realizar análisis de laboratorio para conocer la calidad de la semilla. La semilla fue producida en los Estados de Chihuahua, Nayarit, Durango, Sinaloa y adicionalmente en Rancho Nuevo Coahuila, como testigo se utilizó la semilla original liberada en Saltillo Coahuila. La semilla de los estados fue producida bajo riego, a excepción del origen de Rancho Nuevo que se produjo bajo temporal. Los datos cuantitativos de campo para las localidades de Buenavista y Rancho Nuevo se analizaron en un diseño de bloques completos al azar adicionándole también un diseño de bloques completos al azar combinado a través de localidades; para los datos de laboratorio e invernadero se utilizó un diseño completamente al azar. En los resultados de campo para los caracteres cuantitativos en plántula **LH**, **PFH**, **PSH** el origen de Rancho Nuevo registró el mejor valor con 5.77 cm, 0.64 gramos y 0.084 gramos respectivamente, para **LE**, **PFE**, **PSE** el resultado más alto lo obtuvo el origen de Saltillo (testigo) con 3.1 cm, 0.3 gramos y 0.04 gramos respectivamente, en floración para las variables de **LGG** y **AHO** el origen de Chihuahua fue el más alto con 81.7 cm y 6.5 cm respectivamente; Para **CVE** el más alto valor fue para el origen de Nayarit con 43.2 cm. En **LHO** el origen de Sinaloa se reportó como el más alto con 8.6 cm y en **NN** para todos los orígenes el resultado fue de 8 y 9 en promedio. En los caracteres cualitativos de estas dos etapas y para llenado de vainas no hubo diferencias significativas, es decir todos los resultados fueron al 100%; En madurez fisiológica el color predominante de las vainas se observó en dos niveles, en Buenavista predominó el amarillo con 73 % en los orígenes de Nayarit y

Durango. En la localidad de Rancho Nuevo nuevamente el origen de Durango junto con Sinaloa obtuvieron 67 y 63% de vainas amarillas respectivamente. En distribución predominante de las vainas en la planta los resultados para ambas localidades fueron presentados en los niveles de baja, alta, uniforme y en la parte media de las plantas para la mayoría de los orígenes. En la etapa de cosecha la variable de **LV** arrojó el más alto resultado para el origen de Nayarit con 10.4 cm, mientras que para **AV** el origen de Sinaloa fue el mejor con 10.1 mm; en la variable de **NVP** el origen de Chihuahua obtuvo 33.9 y en cuanto a **NSV** el origen de Rancho Nuevo fue mejor con 5.7 semillas; En la variable perfil predominante de la vaina se presentaron dos grados de curvatura en todos los orígenes, Nayarit y Durango registraron resultados similares, Nayarit obtuvo 80 % de vainas medianamente rectos y el 20 % curvados, por su parte el origen de Durango registró 70 % de vainas medianamente rectos y el resto de curvados. En curvatura del ápice, se observaron vainas medianamente curvos y curvos. En Invernadero en plántula en las variables **LH**, **PFH** y **PSH** Chihuahua obtuvo 6.8 cm, 0.59 g y 0.073 g respectivamente siendo superior al resto. Mientras que para **LE**, **PFE** y **PSE**, Nayarit sobresalió logrando 2.74 cm, 0.19 g y 0.03 g. en floración las variables **LGG**, **CVE**, y **NN** el testigo (Saltillo) logró los resultados más altos con 92.3 cm de longitud, 46 cm y 9.1 nudos en promedio. En **LHO** el origen de Nayarit fue el más alto con 8.49 cm y en **AHO** Rancho Nuevo logró ser el mejor con 7.4 cm.

ABSTRACT

VARIETAL PURITY VERIFICATION OF CERTIFIED CATEGORY SALTILLO
PINTO BEAN SEED PRODUCED IN DIFFERENT SNICS DELEGATIONS

BY

LAYNER ROBLERO VELASCO

MASTER

GRAIN AND SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA. MAYO 2009.

MC. José Ángel Daniel González – Advisor –

Key words: Phaseolus vulgaris L., Varietal description, Quantitative and qualitative traits, Certification, Seed quality.

The objectives of this research work were to determine through field and laboratory studies, possible mechanical contamination of certified seed lots of Saltillo Pinto Bean from different locations, in relation to the original variety using quantitative and qualitative descriptors and to determine the seed quality. Seed was produced in the states of Chihuahua, Nayarit, Durango and Sinaloa and in Rancho Nuevo, Coahuila, the original seed produced in Saltillo, Coahuila was used as a check. The seed was produced under watered conditions, except the one from Rancho Nuevo (rain fed). The field results were analyzed as a randomized complete block design, and also a combined analysis across locations was carried out. The laboratory and greenhouse data was analyzed in a completely randomized design. Field results for plantlet quantitative traits, showed that Rancho Nuevo performed better for LH (5.77 cm), PFH (0.64 g) and PSH (0.084 g). For LE, PFE and PSE best performance was observed in Saltillo, with 3.1 cm, 0.3 g, and 0.04 g, respectively. At flowering, the Chihuahua location had superior results for LGG (81.7 cm) and AHO (6.5 cm). For CVE, Nayarit had the best value with 43.2 cm. Sinaloa reported best results for LHO with 8.6 cm. Across locations, NN showed values between 8 y 9. In the plantlet and the flowering stages, there were not significant differences in qualitative traits, this is, and all results were 100 %. At physiological maturity, yellow was the predominant pod color, with 73 % in both Nayarit and Durango; Rancho Nuevo and Sinaloa with 67 and 63 %, respectively. The predominant pod distribution was low, high and uniform in the mean part of the plant in most of the locations. At harvest, the LV variable had the best performance in the

Nayarit location, with 10.4 cm, while the variable AV showed the best result for Sinaloa with 10.1 mm; the variable NVP from Chihuahua had a value of 33.9, and NSV showed the best performance in Rancho Nuevo, with 5.7 seeds. The predominant profile of the pod showed two curvature grades across locations, Nayarit and Durango had 80 % moderately straight and 20 % curved pods. On the other hand, Durango had 70 % moderately straight pods and the rest were curved. For the apex curvature, there were classified as moderately curved and curved. In the greenhouse, the plantlets from Chihuahua seeds showed best results for LH, PFH and PSH with 6.8 cm, 0.59 g, and 0.073 g, respectively. Nayarit was better for LE (2.74 cm), PFE (0.19 g) and PSE (0.03 g). During flowering, the check obtained the best results for LGG (92.3 cm), CVE (46 cm) and NN (9.1 nodes). For LHO, Nayarit was superior with 8.49 cm; on the other hand Rancho Nuevo performed best for AHO with 7.4 cm.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	xiv
ÍNDICE DE CUADROS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Importancia del Frijol.....	4
Tipos de Frijol por su Hábito de Crecimiento.....	6
Descripción Botánica.....	7
Frijol Pinto Saltillo.....	7
Investigaciones Realizadas con Frijol.....	8
Descripción Varietal.....	12
Caracteres Cualitativos y Cuantitativos.....	13
Pureza Varietal.....	14
Variedad.....	14
Variedad Mejorada.....	16
Concepto de Semilla.....	17
Importancia de las Semillas.....	18

Calidad de las Semillas.....	19
Germinación.....	20
Certificación de Semillas.....	21
Finalidades de la Certificación.....	22
MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
Localización del Área de Estudio.....	24
Campo.....	24
Campo Experimental Buenavista (UAAAN).....	24
Localidad Rancho Nuevo.....	24
Invernadero y Laboratorio.....	24
Material Genético.....	25
Procedimiento Experimental.....	25
Campo.....	25
Invernadero.....	26
Parámetros Evaluados.....	27
Campo e Invernadero.....	27
Estado de Plántula.....	28
Floración.....	29
Llenado de Vainas.....	32
Madurez Fisiológica.....	32
Cosecha.....	33
Laboratorio.....	35
Análisis de Pureza Física.....	35
Peso de Mil Semillas.....	35
Peso Volumétrico.....	36

Contenido de Humedad.....	36
Germinación Estándar.....	37
Prueba de Vigor.....	37
Diseño Estadístico.....	38
Análisis Estadístico.....	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
Campo.....	41
Estado de Plántula y Floración.....	41
Al momento de la Cosecha.....	47
Invernadero.....	50
Estado de Plántula y Floración.....	50
Laboratorio.....	61
Pureza Física.....	61
Peso de Mil Semillas.....	62
Peso Volumétrico, Contenido de Humedad y Germinación Estándar.....	64
Prueba de vigor.....	70
CONCLUSIONES.....	72
RESUMEN.....	73
LITERATURA CITADA.....	75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
4.1	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables evaluadas en las etapas de plántula y floración en campo.....	42
4.2	Comparación de medias (DMS) al 0.05% de significancia de las variables evaluadas en las etapas de plántula y floración en campo.....	46
4.3	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables evaluadas en la etapa de cosecha en campo.....	47
4.4	Comparación de medias (DMS) al 0.05% de significancia de las variables evaluadas en la etapa de cosecha en campo.....	49
4.5	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables evaluadas en las etapas de plántula y floración en invernadero.....	51
4.6	Comparación de medias (DMS) al 0.05% de significancia de las variables evaluadas en las etapas de plántula y floración en invernadero.....	55

4.7	Descriptores cualitativos para todos los orígenes en las etapas de plántula, floración y llenado de vainas, en las dos localidades evaluadas en campo e invernadero.....	57
4.8	Descriptores cualitativos para todos los orígenes en las etapas de madurez fisiológica y cosecha en las dos localidades evaluadas en campo.....	59
4.9	Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las pruebas de peso volumétrico, contenido de humedad y germinación estándar en laboratorio.....	66
4.10	Comparación de medias (DMS) al 0.05% de significancia de las variables evaluadas en las pruebas de peso volumétrico, contenido de humedad y germinación estándar en laboratorio.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
4.1	Porcentaje de pureza física (PF) en semillas de frijol Pinto Saltillo.....	62
4.2	Peso de mil semillas (PMS) en frijol Pinto Saltillo.....	64
4.3	Porcentaje de vigor (PV) en semillas de frijol Pinto Saltillo, por medio de la prueba de envejecimiento acelerado.....	71

INTRODUCCIÓN

El frijol es un producto estratégico dentro del panorama del desarrollo rural en México, esto se debe a que conjuntamente con el maíz representa toda una tradición productiva y de consumo, es la principal fuente de proteína vegetal de la población mexicana, además de proveer carbohidratos, vitaminas y minerales, contiene elementos que cumplen diversas funciones de carácter nutracéutico, alimentario y socioeconómico, lo cual le ha permitido trascender hasta la actualidad. En México se ha convertido junto con el maíz y chile como un alimento tradicional en la dieta alimentaria (SIAP, 2005).

Debido a su importancia nacional e internacional, es vital realizar estudios y mantenimiento de la pureza varietal, ya que hoy en día es una de las problemáticas que enfrentan las variedades que se liberan y que son promesa de calidad en la dieta alimentaria. Debido a experiencias obtenidas se ha encontrado que entre los problemas más fuertes en el ámbito de semillas es que existen cuidados culturales limitados, empleo de semillas no certificadas, mezclas varietales con efecto colateral en su uso, entre otras. Por lo consiguiente es importante enfatizar y analizar la descripción varietal de las variedades con el fin de lograr calidad en ellas.

Las semillas de calidad son indispensables al desarrollo de una agricultura eficiente y de una economía agrícola estable, por ende a la agricultura del sector básico (Irastorza, 1991). Al ser la semilla un insumo clave de la productividad agrícola es necesario prestar atención a los atributos que la caracterizan, los cuales en conjunto constituyen lo que se denomina calidad.

En el año 2001, el Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) liberó la variedad de frijol denominada Pinto Saltillo, que presenta características favorables a factores que pueden afectar su producción como son: resistencia a sequía, aumento en el rendimiento por hectárea, mayor vida de anaquel, contenido de 21% más de proteínas que las otras variedades en general, sin embargo, hoy en la actualidad, esta variedad ha presentado problemas fundamentales con su pureza varietal, ya que semillas que utilizan en Chihuahua, Nayarit, Durango, Sinaloa, Guanajuato y Zacatecas es posible que estén mezclados con otras variedades de pinto, permitiendo así que en los próximos años, esta variedad se vea fuertemente afectada en su calidad genética, fisiológica, sanitaria y física.

Considerando todo lo anterior, el Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS) en coordinación con el INIFAP y el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) se dió a la tarea de evaluar lotes de semilla de frijol Pinto Saltillo originarias de estados de Chihuahua, Nayarit, Durango, Sinaloa y adicionalmente de Rancho Nuevo y compararlos con la semilla original para determinar el grado de contaminación

mecánica, además de realizar estudios de laboratorio para reforzar la investigación.

Por lo antes expuesto se plantean los siguientes objetivos e hipótesis:

Objetivos:

- Determinar por medio de campo e invernadero la posible contaminación varietal en lotes de semilla certificada de frijol Pinto Saltillo producida en diferentes regiones del país en comparación a la semilla original, utilizando los descriptores cuantitativos y cualitativos.
- Realizar análisis de laboratorio para conocer el comportamiento y calidad de las semillas provenientes de las diferentes regiones.

Hipótesis:

Es posible que al verificar la descripción varietal de la variedad de frijol Pinto Saltillo, exista contaminación en los diferentes lotes de semilla, con referencia a la semilla original.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del Frijol

La FAO (2002) dice que el frijol es una planta que tiene su origen en América y su utilización en el consumo humano, data de 5,000 años. Nuestro país se encuentra en la quinta posición de producción a nivel mundial, siendo superado por India, Brasil, Myanmar y China. Estos países junto con USA contribuyen con el 61.5 % de la producción mundial de 17.9 millones de toneladas. La superficie mundial ascendió a 24.7 millones de hectáreas, destacando la India con 7.1, Brasil con 4.15 y México con 1.9 millones de hectáreas cosechadas.

Pérez *et al.* (1994) mencionan que el alto contenido proteínico que tienen las semillas ha constituido un factor determinante en la subsistencia de la humanidad en América. Ellos aseveran que el área que comprende de México hasta el norte de Argentina alberga la diversidad genética más alta de especies silvestres y cultivadas de frijol. En México es importante generar, validar y transferir la tecnología para incrementar la productividad y rentabilidad de los sistemas forestales y agropecuarios, en beneficio de las familias rurales y de la población en general. La estrategia actual del INIFAP se justifica y fundamenta

en la realización de proyectos derivados de las demandas directas de los productores.

Por su parte, el INIFAP (2004) al ser un organismo que genera, valida y transfiere tecnología con el fin de incrementar la productividad y rentabilidad de los sistemas forestales y agropecuarios y de acuerdo a estudios realizados en frijol, menciona que en México es un cultivo básico en la alimentación humana. Los genetistas de este organismo han hecho un esfuerzo permanente para desarrollar variedades nuevas y mejoradas, supliendo a las variedades tradicionales que por lo general son de bajo rendimiento debido al ciclo biológico largo y la susceptibilidad que presentan al ataque de enfermedades. Sin embargo, el potencial productivo del frijol en condiciones de temporal y riego así como su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico lo hace un cultivo de suma importancia para los productores mexicanos y lo convierten en un componente de importancia en el manejo sustentable de los recursos naturales.

Perfetti (2000) menciona que una de las alternativas para incrementar la producción nacional del frijol sería basarse en materiales mejorados que permitan tener incrementos en los rendimientos por hectárea como la de disminuir costos de producción, facilitando a los agricultores aprovechar las oportunidades de mercado. Menciona también que con todo esto tendrían que sumarse el adecuado manejo poscosecha del producto y desarrollo de estándares en materia de calidad.

Tipos de Frijol por su Hábito de Crecimiento

Según la SAGAR (1983) existe cuatro hábitos de crecimiento principales que son **arbustivo determinado, tipo I**. En estas plantas el tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia desarrollada; cuando esta se ha formado, el crecimiento del tallo y de las ramas por lo regular se detiene. El tallo es fuerte y tiene número bajo de entrenudos. La altura de la planta es entre 30 y 50 cm, aunque existen plantas enanas. **Arbustivo indeterminado, tipo II**. Estas plantas tienen tallo erecto sin aptitud para trepar y ramas laterales escasas generalmente cortas; además continúan creciendo durante la floración, aunque a un ritmo diferente como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado. **Postrado indeterminado, tipo III**. Son plantas con hábito de crecimiento indeterminado que producen en el tallo principal, yemas terminales vegetativas y nudos en la floración. Es un tipo bastante ramificado. **Trepador indeterminado, tipo IV**. Plantas con hábito de crecimiento indeterminado, que producen terminales vegetativos en el tallo principal con alta capacidad de producción de nudos después del inicio de la floración; sus ramas no son muy desarrolladas en comparación con el desarrollo del tallo principal.

George (1989) dice que hay varios nombres vulgares para este cultivo; cita que la mayoría de los cultivares son de mata baja, sin embargo existen también tipos de enrame que se conocen como judías de mata alta. Menciona que esta especie se cultiva para grano seco o por sus vainas verdes.

Descripción Botánica

De acuerdo a INFOAGRO (2009) el cultivo de frijol pertenece a la familia de las Fabaceae, a la subespecie *Papilionaceae*. Es una planta anual de vegetación rápida. Esta leguminosa se encuentra formada por un sistema radicular ligero y poco profundo compuesto de una raíz principal y raíces secundarias ramificadas. El tallo principal es herbáceo y la altura va a depender de la variedad que se trate, las hojas son lanceoladas y de igual forma el tamaño es variable, el color de la flor va a depender de la variedad aunque en la mayoría son blancas, con respecto al fruto, la forma y las dimensiones de la legumbre varían en cuanto a color, forma y dimensiones.

El estandarte es el pétalo más grande y se encuentra en la parte superior de la corola, la quilla son los dos pétalos inferiores, la semillas las hay en infinidad que varían en tamaño forma y color (Parsons, 1987).

Frijol Pinto Saltillo

El INIFAP (2006) cita que el frijol pinto es muy apreciado por su sabor y consistencia después de la cocción. El grano tipo pinto de las variedades sembradas tradicionalmente tiene vida de anaquel reducida, debido a la oxidación rápida de la testa. Para solucionar este problema, el INIFAP desarrollo la variedad Pinto Saltillo, la cual tiene testa de color crema claro que no oscurece, y es adaptada principalmente a los sistemas de producción de los Estados de Durango, Chihuahua, Coahuila y Zacatecas. Esta variedad fue liberada en 2001, y se desarrollo con el método de hibridación y selección,

proviene del cruzamiento entre múltiples progenitores (Hidalgo 77///MAM, 30///Michoacán, 91A/BAT, 76//BAT, 93/Ecuador 299). Esta variedad resiste antracnosis y roya, tolera la incidencia natural del tizón común. El rendimiento experimental promedio de Pinto Saltillo es de 2 mil 304 kg ha⁻¹ bajo riego y en temporal es de 1 mil 139 kg ha⁻¹.

En esta variedad de frijol, Sánchez (2001) realizó evaluaciones en los períodos de 1996 a 1999 en riego y temporal, esto considerando el rendimiento en 26 localidades ubicadas en los estados de Durango, Chihuahua, Zacatecas, Jalisco, Puebla, México Aguascalientes y Coahuila, mostrando buena adaptación y rendimiento. La región norte del país prefiere el frijol tipo pinto, siendo por ello que el grano del Pinto Saltillo es muy aceptado en el mercado, conserva su color original hasta 24 meses después de haber sido cosechado y es de rápida cocción y con todo esto pueden lograr un mejor precio, con respecto a las demás variedades.

Investigaciones Realizadas con Frijol

Sandoval *et al.* (2007) al evaluar el efecto de la cocción en el frijol Pinto Saltillo sobre sus propiedades nutrimentales del almidón y digestibilidad de la proteína y las características estructurales del grano, encontraron que la digestibilidad del almidón fue de 83.68% (0.02), de “almidón resistente” 13.9% (1.12) y digestibilidad de proteína 80.07% (0.01). La microscopia de barrido reportó una mayor interacción de los gránulos de almidón después del cocimiento del frijol.

Cuellar *et al.* (2000a) al estudiar la respuesta de variedades, al manejo agronómico y las técnicas aplicadas en el cultivo de frijol en el estado de Durango durante tres años (1997-1999), establecieron 38 módulos demostrativos con un número (19 máximo) de variedades mejoradas de frijol de alta calidad, entre ellas Pinto Bayacora, Flor de Mayo, Pinto Villa etc., en las regiones de alto y mediano potencial productivo. Los resultados que obtuvieron fueron muy satisfactorios, ya que un gran número de productores que asistieron fueron capacitados sobre el desarrollo de variedades, calidad de semilla, producción de frijol, conservación de suelo y agua, manejo de postcosecha y almacenamiento de grano.

La conclusión de este trabajo fue que los módulos demostrativos a orillas de carreteras y caminos principales y con productores seleccionados permitió una mayor difusión de las variedades. Ellos mencionan que la siembra de lotes de más de media hectárea por variedades permitió a los asistentes entrar al campo del productor cooperante y constatar la uniformidad, vigor, sanidad y productividad de las variedades.

Pensando en la importancia del cultivo de frijol en México, en especial en el estado de Durango, Cuellar *et al.* (2000b) determinaron mediante encuestas estratificadas en la población con diferente capacidad económica, las preferencias del consumo de frijol en la ciudad de Durango, México. De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas, se demostró que el frijol sigue siendo importante en la dieta de la población de Durango, ya que más del 99% de la población consume frijol. Indicando que el frijol tipo “flor de mayo” es el

más preferido por la población, seguido por el tipo “pinto”, lo que demostró el nivel de demanda en estos tipos de frijol en la entidad.

Ibarra *et al.* (2000) mencionan que en los últimos diez años, el programa de frijol del INIFAP, con apoyo del Bean/Cowpea CSRP (Title XII), ha desarrollado, registrado y liberado para su uso comercial doce variedades mejoradas de frijol de las principales clases comerciales que se explotan en la región semiárida. El mejoramiento utilizado para desarrollar estas variedades se resume como el de pedigrí modificado. Ellos realizaron cruzas simples, dobles y triples y entre los progenitores aseguran que siempre se incluyeron variedades criollas a las cuales se les mejoraron algunas de sus deficiencias como susceptibilidad a enfermedades. De acuerdo a los resultados obtenidos, ellos mencionan que en comparación con las variedades criollas, las variedades mejoradas se caracterizan por tener un ciclo de cultivo precoz, hábito indeterminado compacto o semierecto (tipo III a), tolerancia a las enfermedades, endémicas de la región y alto índice de la cosecha.

Verdugo (2005) llevó a cabo un trabajo con dos variedades de frijol categoría certificada, las cuales fueron Negro Zacatecas y Flor de Mayo Sol; en ellas se clasificó las semillas por tamaños de cribas y también evaluó factores de calidad física y fisiológica; los resultados que obtuvo fue que para peso volumétrico y de mil semillas, en las clasificaciones hubo diferencias altamente significativas, con lo cual se mejoró la calidad de las semillas.

Con respecto a las pruebas fisiológicas como germinación, el encontró que no hubo diferencias con las clasificaciones, sin embargo se observó que las clasificaciones de menor tamaño presentaron un mayor porcentaje de germinación en el primer conteo. En lo que se refiere a la prueba de vigor, el encontró que las semillas de mayor tamaño se comportaron mejor que las semillas pequeñas.

Basándose en las clasificaciones por tamaño entre las variedades, el encontró que hay diferencias altamente significativas en los tamaños realizados, lo cual asegura que es un factor que puede repercutir al momento de la siembra o su comercialización. En base a todo lo anterior, Verdugo (2005) concluye que la clasificación por tamaño si influye al momento de la siembra, el recomienda basándose en los resultados usar platos para los siguientes tamaños: 17/64 18/64 y 19/64, los cuales son los tamaños de semilla que se encuentran con mayor frecuencia en las cosechas.

Con el fin de proseguir con investigaciones realizadas con frijol, Hernández (2005) realizó un trabajo utilizando las mismas variedades antes mencionadas, las cuales fueron Negro Zacatecas y Flor de Mayo Sol, En el estado de Zacatecas, esto con el propósito de encontrar la mejor variedad, la mejor localidad y la mejor tecnología para producir semilla certificada de frijol. Este mismo autor realizó el experimento en dos ambientes y con dos paquetes tecnológicos de producción de semilla, uno fue el convencional utilizada por el mismo productor y un segundo propuesto por el INIFAP. De acuerdo a los resultados obtenidos de número de vainas por planta y número de granos por

vaina, concluye que no existió diferencia significativa, ni entre variedades ni entre paquetes tecnológicos; con respecto al rendimiento si hubo diferencias altamente significativas apareciendo estadísticamente superior la tecnología de producción de semilla del INIFAP, ya que fue superior en un 28% en rendimiento, además de que se obtuvo mayor peso y tamaño en la cosecha de las semillas.

Descripción Varietal

Se considera al frijol como una planta autógama y por ello la uniformidad genética de las plantas de alguna variedad mejorada presenta pocas variaciones en cuanto a la expresión de su fenotipo. Sin embargo a pesar de todo esto, las contaminaciones mecánicas con otras variedades y también aquellas que surgen por los cruzamientos provocados por insectos o por segregaciones persistentes, da lugar a realizar una descripción varietal, con el fin de asegurar la pureza genética y física de las semillas, con respecto a los incrementos sucesivos que experimenta la semilla de frijol durante su multiplicación (SAGARPA, 1983).

Muñoz y Fernández (1993) consideran la descripción varietal como un conjunto de observaciones que permiten caracterizar y distinguir a una población de plantas que constituyen una variedad debido a que la misma posee diferentes rasgos; por lo tanto, es imprescindible que cada variedad sea adecuadamente identificada en todas sus características agronómicas y morfológicas.

Para CIMMYT (1991) la caracterización se define como el registro de todos aquellos caracteres que son altamente heredables y visibles a la vista, y que son expresados en todos los ambientes; ellos también mencionan que en una caracterización varietal debe contener una evaluación preliminar de un registro de algunos caracteres adicionales deseables, esto de acuerdo al consenso de los usuarios de cierto cultivo en particular.

Caracteres Cualitativos y Cuantitativos

Existen caracteres cualitativos y cuantitativos dentro del panorama de caracterización varietal. Al respecto, Flores (2001) menciona que es posible discriminar dos tipos de caracteres, esto considerando la forma de transmisión a la descendencia, los cuales son caracteres cualitativos y cuantitativos:

Los caracteres cualitativos (mendelianos): son aquellos de herencia simple, se encuentran gobernados por un par de genes mayores influidos por el medio ambiente y son de alta heredabilidad. Según este autor, sus diferencias son muy fáciles de identificar y presentan variación discontinua.

Para los caracteres cuantitativos, Flores (2001) asevera que se conoce como métricos, y son de herencia compleja, que se encuentra gobernados por muchos genes menores, los cuales también son influidos por el medio ambiente, siendo estos de baja heredabilidad. Caso contrario de los caracteres cualitativos, estos para ser identificables sus diferencias requiere de medición (tamaño, peso, etc.) y presentan variación continua.

Por otro lado, Márquez (1993) dice que algunas características como hábito de crecimiento, color de la flor, etcétera, son heredadas en forma simple. El afirma que los caracteres cualitativos son discontinuos, y dice que son aquellos que muestran una diferenciación clara y pueden ser fácilmente separados en categorías. Las características más importantes en el mejoramiento son aquellas que presentan variación continua, el sitúa ejemplos como el rendimiento, altura de planta, tolerancia a la sequía, entre otras. El menciona que estas características son de tipo cuantitativo, lo que indica que están bajo el control de muchos genes.

Pureza Varietal

Según Delouche (1982) el mantenimiento de la pureza varietal no es difícil con cultivos que son autopolinizados. El menciona que se deben de tener precauciones para evitar la mezcla mecánica durante la cosecha, en pisos de secamiento y en el almacenamiento. Asevera también que en el caso de los cultivos de polinización cruzada se les puede brindar a los agricultores conocimientos de cómo aislar parcelas pequeñas de semillas y a practicar la depuración de plantas que se encuentran fuera de tipo.

Variedad

El término “variedad” es sinónimo de “cultivar”, tal como se define en el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas, artículo 10: “El término internacional cultivar significa un conjunto de plantas que se distinguen claramente por algunos caracteres (morfológicos, fisiológicos, citológicos,

químicos u otros) y que, cuando se reproducen (sexual o asexualmente), mantienen sus caracteres distintivos (FAO, 1995).

Del mismo modo, la FAO (1995) menciona que una variedad local es aquella que ha evolucionado a lo largo de un período en las condiciones agroecológicas particulares de un área definida. Una variedad local se denomina también a veces “raza local” o “ecotipo”.

Para Douglas (1982) el éxito del mejoramiento genético se mide por el producto final que es la variedad. El define a una variedad como una subdivisión de una especie, y es formada por un grupo de plantas que son distinguidas de otros grupos y poblaciones, por lo consiguiente pueden ser identificadas de generación en generación.

Este mismo autor asegura que una variedad puede ser de dos orígenes: de origen alógamo como las sintéticas, compuestas e híbridas o las otras de origen autógeno como las líneas, multilíneas y mezclas de líneas.

Rincón *et al.* (1999) dicen que una nueva variedad debe ser distinta de las otras variedades conocidas, por la estabilidad del nuevo carácter genético, la nueva característica deberá transferirse sin modificación alguna a las sucesivas generaciones y por la completa homogeneidad entre sus miembros, todos los miembros son idénticos.

Variedad Mejorada

Según Espinoza y Tadeo (2004) dicen que el uso de semilla certificada y tipo de variedades mejoradas es altamente estratégico en todos los países; mencionan que en buena medida depende de esta decisión la posibilidad para elevar la producción en los diversos cultivos. Del mismo modo, aseveran que una variedad mejorada es definida como un conjunto de plantas uniformes, producto de la aplicación de alguna técnica del mejoramiento genético, con características bien definidas y que reúne la condición de ser diferente a otras, estable y uniforme en sus características.

Por su parte, la UPOV (2008) dice que el mejoramiento vegetal es una de las actividades que el hombre ha desarrollado desde el advenimiento de la agricultura, lo cual se ha convertido en un instrumento de importancia para la mejora de la producción agrícola en lo que se refiere a cantidad, calidad y diversidad. Menciona también que de acuerdo a las estadísticas, el 40% del incremento general de la productividad agrícola es debido al uso de variedades mejoradas, lo cual indica mayor capacidad de adaptación a las condiciones locales, con mayor contenido alimenticio, con nuevas resistencias incorporadas o mejor adaptadas a la mecanización agrícola.

Mendoza *et al.* (1993) Citan al concepto de variedad mejorada, mencionando que representa la culminación del trabajo de un fitomejorador, quien de manera permanente debe tener como objetivo superar las limitantes de rendimiento, adaptabilidad, calidad, factores adversos y requerimientos de la

industria y los del propio productor; buscando siempre la optimización de sus recursos de investigación y la del medio ecológico y disponibilidades del agricultor.

El CIAT (1986) menciona que las características varietales importantes para los pequeños agricultores incluyen los siguientes criterios:

- 1.- Que las variedades sean adecuadas para ser utilizadas en sistemas de cultivos múltiples y mixtos de producción agropecuaria;
- 2.- Que se adapten a tierras marginales
- 3.- Que presente resistencia genética a enfermedades y plagas
- 4.- Que sean aceptables para el autoconsumo y/o mercado, como también se puedan ajustar a las metas de los agricultores.
- 5.- Finalmente, que éstas sean estables en el tiempo al reaccionar al ambiente.

Concepto de Semilla

Moreno (1996) menciona que botánicamente, una semilla es un óvulo maduro contenido dentro del ovario maduro o fruto; está compuesta por tres partes básicas que son: el embrión, los tejidos de reserva y la testa o cubierta de la semilla. De igual forma hace énfasis que en términos agronómicos y comerciales, se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas (unidad semilla) que se emplean en las siembras agrícolas; y que desde el punto de vista botánico, una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañado o no de tejido nutricional y protegido

por el episperma. Así mismo, Pérez y Laborde (1994) dicen que las semillas proceden de los primordios o rudimentos seminales de la flor. Mencionan que su función es procrear a un nuevo individuo, perpetuando y multiplicando la especie a la que pertenece.

También aseveran que la semilla está compuesta principalmente de tres partes, las cuales son: un embrión (compuesto por un eje embrionario y uno, dos o varios cotiledones), una provisión de reservas nutritivas, las cuales pueden almacenarse en un tejido especializado llamado albumen o endospermo o en el propio embrión, y una cubierta seminal que su función es recubrir y proteger a ambos.

Estos mismos autores aseguran que la semilla es de manera general la fase de la vida de la planta, que se encuentra mejor adaptada para resistir las condiciones ambientales adversas. Hacen énfasis que la semilla es uno de los más eficaces elementos de dispersión de la especie, tanto en campo como en el espacio.

Importancia de las Semillas

Según Flores (2004) dice que las semillas son una riqueza universal ligada al origen mismo del hombre. Menciona que para efecto de la tecnología en semillas se considera como la unidad básica de vida, un embrión o parte de la planta que dará origen a una planta que presente características mejoradas, y que proporcionará una ventaja adicional a las variedades que ya existen. Desde el punto de vista como grano, representa la fuente más importante de

alimento para el ser humano, su importancia es tan grande que muchas naciones miden la riqueza que poseen considerando el volumen de grano que poseen, siendo esto un síntoma de estabilidad económica.

Para Waugh (1986) las semillas son de importancia debido a que funciona como un mecanismo efectivo para mejorar la producción y productividad agrícolas. Además menciona que la semilla tiene un interés natural para los agricultores y ha servido para introducir otras tecnologías acompañantes como son: fertilizantes, densidades de siembra, control de plagas y enfermedades, etc.

Por su parte, Rincón *et al.* (1999) mencionan que la semilla es un insumo estratégico en la agricultura, es a la que se le ha brindado una atención muy especial en la época moderna. Ellos aseveran que la semilla es el vínculo entre la generación de tecnología y la creciente necesidad de producción de alimentos y otros productos del campo para la creciente población mundial.

Calidad de las Semillas

Entre las características principales que determinan la calidad en semillas tenemos: calidad genética, sanidad, pureza, contenido de malas hierbas, poder germinativo, contenido de humedad, peso de mil granos y peso volumétrico. Otros atributos que se reconocen son: integridad física (ausencia de daño mecánico), ausencia de latencia, composición química, etc. Las anteriores características se agrupan en cuatro componentes: genético, fisiológico, sanitario y físico o características físicas (Flores, 2004).

Por su parte la ONU (1985) reafirma que la semilla para que sea de alta calidad debe de reunir ciertas cualidades bien definidas. Asegura que las propiedades que determinan la calidad de las semillas tienen que ver tanto en las propiedades internas como las externas, clasificándolas de la siguiente forma:

- 1.- Propiedades Internas: pureza varietal (potencial genético), carencia de enfermedades, germinación y vigor.
- 2.- Propiedades externas: pureza analítica, clasificación por tamaño, peso de 1000 granos y contenido de humedad.

Con respecto al tema de calidad, Molina *et al.* (1990) mencionan que la producción y tecnología de semillas es un proceso que debe ser llevado a cabo por profesionales capacitados para obtener semillas de alta calidad. Mencionan que cada empresa posee un sistema de control de calidad interno que le permite obtener una semilla con atributos para su venta.

Estos mismos autores dicen, que también existe un control de calidad externo (oficial) que se encuentra bajo la responsabilidad del SNICS, el cual vigila el cumplimiento de las normas para la certificación de semillas.

Germinación

Duffus y Slaughter (1992) mencionan que la germinación es un proceso de cambio: lo que significa que de una pequeña estructura inactiva que vive con abastecimiento mínimo, pase a ser una planta que crece activamente,

destinada a llegar a la autosuficiencia antes que los materiales de reserva de la semilla terminen. Las condiciones básicas para la germinación son las mismas que las del metabolismo activo.

El proceso de germinación se compone de dos fases principales que son:

- 1.- Cuando da principio el metabolismo activo en el embrión, posteriormente seguido por el crecimiento y diferenciación del embrión, apoyado por la utilización de material de reserva embriónica inmediata.
- 2.- Crecimiento continuo del embrión, que es apoyado por el flujo de la hidrólisis que presentan los cotiledones o reserva alimenticia extraembriónica, tal como el endospermo. Esta fase puede continuar hasta que la planta se establezca como organismo vivo, o bien muera por la terminación de la reserva alimenticia.

Certificación de Semillas

Dentro de las actividades que realiza el SNICS es; verificar y certificar el origen y la calidad de las semillas, como también proteger legalmente los derechos de quien obtiene nuevas variedades de plantas, este organismo en 1975 cita que para que las semillas de variedades recomendadas por la investigación agrícola y aprobadas por el Comité Calificador de Variedades de Plantas sean certificadas por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas, deben satisfacer requisitos de alto grado de germinación, cabal sanidad y pureza varietal y física. Por lo tanto, el proceso de producción se

encuentra sometido a rígidas e imparciales inspecciones de campo y a determinados procesos de análisis de laboratorio.

Molina *et al.* (1990) dicen que para la producción de semillas de calidad certificada, se necesita que sea realizada por productores responsables, que contengan conocimientos técnicos y prácticos, y que cuenten con la infraestructura, maquinaria, equipo y recursos económicos necesarios para una actividad de tanta responsabilidad. Además aseguran que son necesarios los servicios legales para supervisar y poder certificar la calidad de las semillas de acuerdo con las normas técnicas imprescindibles.

Según Bouterin y Bron (2005) para obtener la etiqueta de certificación oficial, las semillas deben ser conformes con la variedad indicada; asegura que debe presentar una extraordinaria pureza específica, así como buen índice de capacidad germinativa, y estar en buen estado físico. También menciona que las semillas certificadas se producen en establecimientos autorizados y que deben contar con un laboratorio para realizar análisis, almacenes, instalaciones de selección, secado, almacenamiento y acondicionamiento, y con el suficiente personal capacitado.

Finalidades de la Certificación

La certificación de semillas mejoradas para siembra tiene como finalidad garantizar que la semilla haya sido producida por medio de métodos que aseguren su identidad genética, por lo cual, al momento de analizarlo en laboratorio logre los valores de germinación, de pureza física, y los de otras

características que sean necesarias para permitir su empleo con seguridad de éxito (SNICS, 1975).

Según el SNICS (2008) dice que la certificación de semillas consiste en verificar e inspeccionar las semillas para siembra, siguiendo de cerca desde su origen, su proceso de producción en campo, beneficio y acondicionamiento, hasta su almacenamiento y comercialización, todo esto de acuerdo a estrictas normas de calidad establecidas.

Del mismo modo, el SNICS (2008) menciona que las semillas certificadas deben de reunir características como: buena germinación, libre de impureza y malas hierbas, plagas y enfermedades, que sea de una sola variedad, y que se encuentren tratadas. Aseguran que la etiqueta oficial de certificación del SNICS garantiza que la semilla es de alta calidad y que con ella se establecerá un cultivo sano, vigoroso y uniforme. Para la FAO (1982) la certificación de las semillas es un medio que permite al agricultor obtener un material que represente verdaderamente el cultivar que desea utilizar, y que asegura una pureza analítica y una germinación satisfactoria. Además menciona que hay cinco etapas, en las cuales se pueden controlar las semillas y su producción, que son: realizar ensayos sobre la semilla a sembrar para multiplicarla, control de la historia técnica de la semilla, inspección de los terrenos donde se produce la semilla, realizar ensayos de laboratorio después de la cosecha y ensayos de campo de la semilla cosechada, para ver si corresponde al cultivar original.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área de Estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en tres áreas:

Campo

Campo Experimental Buenavista (UAAAN)

Esta área se encuentra geográficamente situada en las coordenadas 25° 22" de latitud norte y 101° 00" de longitud oeste, con una altura de 1743 msnm. Ubicada en Buenavista, a siete kilómetros al sur de Saltillo, Coahuila, México.

Localidad Rancho Nuevo

Esta localidad se encuentra situado en el municipio de Saltillo, Coahuila, México, a una altitud de 1730 msnm, ubicado a 48 kilómetros al sur de Saltillo.

Invernadero y Laboratorio

Estas áreas de trabajo ambas pertenecen a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el laboratorio fue el de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas, ubicadas en Buenavista, a siete kilómetros al sur de Saltillo, Coahuila, México.

Material Genético

El material utilizado fue semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) variedad Pinto Saltillo categoría certificada, producido en los Estados de Chihuahua, Nayarit, Durango, Sinaloa y adicionalmente en Rancho Nuevo; como testigo se utilizó la semilla original liberada por el INIFAP campo experimental Saltillo, Coahuila. Las semillas de las procedencias fueron producidas bajo riego y la de Rancho Nuevo de temporal. Los orígenes fueron establecidos de la siguiente manera: origen 1: Chihuahua, origen 2: Nayarit, origen 3: Durango, origen 4: Sinaloa, origen 5: Rancho Nuevo y como testigo el origen 6: Saltillo (semilla original).

Procedimiento Experimental

Campo

Se identificó las parcelas donde se estableció la investigación, las cuales fueron: Ejido Rancho Nuevo y Campo Experimental Buenavista, para ambas localidades se realizaron labores de preparación del terreno como son rastreo, nivelación y surcado. Se procedió a la siembra del frijol (*var. Pinto Saltillo*), iniciando por el campo experimental Buenavista con fecha 02 de Agosto de 2007 y al día siguiente en la localidad de Rancho Nuevo; para ambas parcelas se manejaron los mismos orígenes y repeticiones (seis orígenes con tres repeticiones c/u) es decir 18 unidades experimentales por localidad en total. La siembra en Buenavista fue bajo riego, y en Rancho Nuevo de temporal. La distancia entre surcos fue de 73 cm y entre plantas de 20 cm, el tamaño de la

parcela fue de 23 metros de largo x 10 metros de ancho, cada repetición consistió en tres surcos, de los cuales se tomaron 10 plantas al azar para las evaluaciones.

Fue necesario realizar aplicaciones a la planta para combatir plagas y enfermedades por lo que en diferentes etapas se aplicó: Tiabendazol a dosis de 1.5 gr/litro de agua, Malatión: 33 ml/10 litros de agua y Quelato de hierro con dosis de 2 gr/litro de agua para combatir la clorosis férrica. Las aplicaciones que se realizaron fueron en dos y tres etapas, dependiendo de lo que se presentaba con el tiempo. También se usó Fulpomag, Ferrón y Nitramin en 10 litros de agua y con dosis indicada para lograr satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo. Para ambas localidades se evaluaron cinco etapas: estado de plántula, floración, llenado de vainas, madurez fisiológica y cosecha, todo esto de acuerdo a las evaluaciones de pureza varietal y etapas recomendadas por la UPOV (Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales). Dentro de las principales actividades de la UPOV son la asistencia a países para la introducción de legislación de protección de variedades vegetales por medio de una función de armonización que se traduce en su vertiente técnica en la preparación de Directrices para el examen de la distinción, homogeneidad y estabilidad para cada especie (Labarta, 2008).

Invernadero

Se identificó el área de invernadero en el cual se realizaron labores de criba y tratamiento al sustrato con bromuro de metilo con el fin de lograr tener

buena uniformidad en el control de plagas y enfermedades que pudieran repercutir al tener el cultivo sembrado.

El tamaño de la parcela usada consistió en una cama de dimensiones de 1.05 m de ancho x 12.95 m de largo con sustrato con previa desinfección del invernadero ocho y se realizó la siembra del frijol. En esta área también se manejó los mismos orígenes y repeticiones que en campo, cada una de las repeticiones consistió en dos surcos, la distancia entre surcos fue de 25 cm y entre plantas de 15 cm, teniendo de esta forma seis surcos por cada origen, y nuevamente un total de 18 unidades experimentales. Para las evaluaciones de las dos etapas se consideraron cinco plantas por repetición con un total de 15 por tratamiento, la ubicación de cada repetición fue al azar.

Durante el desarrollo del cultivo, en invernadero se evaluaron dos etapas: estado de plántula y floración, con el fin de seguir realizando las respectivas evaluaciones a la pureza varietal con los diferentes caracteres y etapas establecidas por la UPOV.

Parámetros Evaluados

Campo e Invernadero

Para las áreas del campo experimental Buenavista, localidad de Rancho Nuevo e invernadero, los parámetros que se evaluaron en las diferentes etapas

fueron de acuerdo a la Guía técnica para la descripción varietal de la UPOV (SAGARPA, 1983), los cuales se describen a continuación:

Estado de Plántula

1.1. Color predominante del hipocótilo

El hipocótilo es la parte del tallo comprendida entre el punto de intersección de los cotiledones o nudo cotiledonar y el punto de iniciación de la raíz principal. Se pudo observar cuando las hojas primarias se desarrollaron completamente o cuando los cotiledones estuvieron bien secos.

1.1.1. El Porcentaje del color predominante: se estimó partiendo del número de plantas muestreadas.

1.2. Color predominante de los cotiledones

Por ser el frijol una planta de germinación epigea, los cotiledones se encuentran insertados en el primer nudo del hipocótilo y en forma opuesta, y permanecen allí durante los primeros estadios del crecimiento. El color de los cotiledones depende de la variedad: casi todas presentan cotiledones de color amarillo pálido, pero en otras tienen pigmentación rosada y morada de intensidad variable. El color debe observarse al momento de máxima expansión de las hojas primarias y cuando se inicie apenas la formación del primer trifolio.

1.3. Color predominante de las nervaduras de las hojas primarias

La coloración se observó en el envés de las hojas, en el mismo momento que se observó los cotiledones.

1.4. Longitudes de hipocótilo y epicotilo, peso fresco y seco de hipocótilo y epicotilo.

Floración

2.1. Flor

2.1.1. Color predominante de las alas de la flor

Las alas de la flor son la parte más visible de la corola de la flor. Su coloración puede ser blanca, rosada o morada.

2.1.2. Color predominante del estandarte de la flor

El color del estandarte puede ser al igual que las alas de color blanco, rosado, lila o morado, pero nunca verde. Algunas variedades tienen estandartes con un patrón de color jaspeado,

2.2. Tallo

2.2.1. Hábito predominante de crecimiento

Este concepto es el resultado de la interacción de al menos cuatro caracteres: hábito de crecimiento, número de nudos, tipo de ramificación y aptitud para trepar. Estos caracteres están determinados por el genotipo y son influenciados por factores ambientales.

2.2.2. Longitud de guía grande

Se midió en centímetros al final de la floración o al comienzo de la madurez fisiológica. En las plantas con hábito de crecimiento indeterminado

(tipos II, III y IV) se mide desde el punto de intersección de las raíces hasta el último meristema apical de ese tallo.

2.2.3. Número de nudos

En orden ascendente, el primer nudo que se encuentra es el de los cotiledones, seguido por el de las hojas primarias. Estos dos nudos se forman durante la embriogénesis; los demás, al comienzo del crecimiento de la planta. Este carácter debe determinarse al final de la floración.

2.2.4. Color predominante del tallo principal

La coloración del tallo principal depende de la parte de la planta, el estado de crecimiento de la misma, la variedad y en menor grado de las condiciones ambientales, como la sequía o la luz.

2.2.5. Pubescencia predominante del tallo principal

Este carácter varietal varía según la parte de la planta, el estado de crecimiento de ésta, la variedad y, en menor grado, por las condiciones ambientales como la sequia o la luz. El tallo puede ser glabro, es decir, sin pelos, o puede tener pelos cortos, largos o de ambos tamaños. El tallo puede ser de velloidad intermedia o muy pubescente y los glabros siempre emitirán pelos uncinulados.

2.3. Hojas

2.3.1. Dimensiones

Para medir el tamaño de las hojas se consideró el foliolo central; las hojas fueron tomadas al azar, entre las que se encuentran en el tercio medio de la planta, se mide su longitud y su anchura.

2.3.1.1. Longitud

Es medido en centímetros en el envés del foliolo, es considerado desde el punto de intersección de la lámina foliar en el peciolo hasta el ápice del foliolo.

2.3.1.2. Anchura

Se refiere a la distancia que va de borde a borde en el punto donde el foliolo central es más amplio.

2.3.1.3. Área foliar

Es el resultado en centímetros cuadrados, de multiplicar la longitud x anchura de la hoja x 0.75.

2.3.2. Cobertura vegetal

Este carácter varietal fue medido en centímetros, y se consideró desde la superficie del suelo hasta donde terminaba el desarrollo de la planta, sin contar el tallo o guía más grande.

2.3.3. Color predominante de la hoja

Para esta evaluación hubo que tomar en cuenta los tonos verdes de diferente intensidad que exhibe la lamina foliar para no tener confusión con los factores ambientales.

Llenado de Vainas

3.1. Vainas

Se define a la vaina como el fruto de la planta de frijol, la cual proviene del ovario comprimido. Según la variedad de frijol, es diferente el color de la vaina joven (su estado inmaduro), el de la vaina madura (con madurez fisiológica) y el de la vaina completamente seca (en precosecha).

3.1.1. Color predominante de la vaina inmadura

Este carácter sirve para identificar variedades, es registrada en los diferentes estados de madurez de la vaina.

3.1.1.1. Porcentaje del color predominante de la vaina

Es estimado por el número de plantas que fueron muestreadas.

Madurez Fisiológica

En estado de madurez fisiológica se considera a las plantas cuando ya formó el grano, y tanto el color de las vainas como el de las hojas empiezan a cambiar.

4.1. Vainas (en madurez)

4.1.1. Color predominante de las vainas

En este carácter, el color predominante de las vainas se observó en la fecha en que el 50% - 90% de las vainas en una población cambiaron del color verde a un color intermedio.

4.1.2. Patrón predominante del color de las vainas

Puede ser uniforme o variable. Si es variable es importante mencionar si presenta estrías, punta vetuada o jaspeado (moteado) con manchas irregulares.

4.1.3. Distribución predominante de las vainas en las plantas

Se refiere a la forma de agrupación de las vainas con respecto a las diferentes alturas sobre el suelo.

Cosecha

5.1. Vainas (en cosecha)

5.1.1. Longitud de las vainas

Este carácter fue medido en centímetros, desde su inserción en el pedicelo hasta su ápice.

5.1.2. Ancho de las vainas

Se midió en centímetros, y para la medición se consideró la parte más amplia de la vaina, entre las suturas dorsal y ventral.

5.1.3. Perfil predominante de la vaina

Para realizar esta evaluación, al secarse las vainas estas adquieren formas diferentes y según la variedad, puede ser recto, medianamente recto, curvado y recurvado.

5.1.4. Ápice de la vaina

5.1.4.1. Tipo predominante del ápice de la vaina

De acuerdo a su agudeza, el ápice puede ser romo o puntiagudo.

5.1.4.2. Grado predominante de curvatura del ápice de la vaina

Para medir este carácter, el ápice puede ser recto, medianamente curvo, o fuertemente curvo.

5.1.5. Número de vainas por planta

Consistió en contar el número de vainas que tuvieran semillas en las plantas seleccionadas para las diferentes evaluaciones.

5.2. Semillas

5.2.1. Número de semillas por vaina

Para determinarlo, se usaron las mismas vainas cuya longitud y anchura se midió y se contaron el número de semillas que contenían.

5.2.2. Color predominante de la semilla

Los colores primarios de la semilla se clasifican en nueve grupos y en algunos grupos se consideran varias tonalidades, lo que reduce el riesgo de clasificar subjetivamente los colores. Cuando una semilla exhibe dos o más colores se describe por el primario (color de fondo) y por el secundario.

5.2.3. Aspecto predominante de la testa de la semilla

Este se determinó por el mismo procedimiento aplicado a las semillas secas, y se clasificó si eran opacos o brillantes.

5.2.4. Forma predominante de la semilla

Como se hizo con los colores, las semillas se agrupan, se observan longitudinalmente y se determina así cualquier similitud en sus formas.

Laboratorio

Análisis de Pureza Física

Se realizó de acuerdo a la ISTA (1993), en los materiales que se trajeron de los Estados.

Peso de Mil Semillas

Para esta prueba se usó la semilla pura obtenida en el análisis de pureza, en las cuales se hicieron ocho repeticiones de 100 semillas para cada tratamiento, también se realizó en los materiales cosechados. Se calculó la

varianza (S^2), desviación típica (S) y el coeficiente de variación (CV), usando las siguientes formulas:

$$S^2 = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

En donde:

X = peso en gramos en cada repetición

n = número de repeticiones

\sum = sumatoria

\bar{X} = media del peso de 100 semillas

Peso Volumétrico

De acuerdo a Moreno (1996) esta prueba se realizó por medio del método manual para los materiales provenientes de los diferentes Estados y los cosechados, para este parámetro se manejaron tres repeticiones por cada tratamiento.

Contenido de Humedad

Se realizó esta prueba usando el método directo de secado a la estufa para los materiales de origen y lo cosechado, usando temperatura de 130 °C

por una hora de acuerdo a la ISTA (1993) para el cultivo del frijol se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento.

Para el método directo se empleó la siguiente fórmula:

$$\frac{P. \text{ inicial} - P. \text{ final}}{P. \text{ muestra}} \times 100$$

Germinación Estándar

Esta prueba se realizó para los materiales de origen, sembrando cuatro repeticiones de 100 semillas cada una entre papel, incubándolos durante 9 días a temperatura de 25°C. después de este período se realizó la evaluación, considerando plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar. Es importante mencionar también que para la evaluación de peso fresco y peso seco se tomaron 10 plantas de las normales (Moreno, 1996).

Prueba de Vigor

Esta evaluación fue realizada únicamente para los materiales traídos de los Estados, y la prueba elegida para medir el vigor fue la de envejecimiento acelerado. Primeramente fue sometida a estrés a una temperatura de 42°C por 72 horas, posteriormente se sacaron las semillas y se sembró entre papel cuatro repeticiones de 25 semillas por cada tratamiento, haciendo un total de 100 semillas por cada tratamiento, y se colocaron en la cámara de germinación a 25°C. Se dejó sembrado por siete días los materiales y posteriormente se

evaluó, considerando plántulas normales, anormales y semillas sin germinar (Moreno, 1996).

Diseño Estadístico

Para el área de campo, el experimento fue conducido y analizado bajo un diseño de bloques completos al azar, siendo el modelo lineal utilizado el siguiente (Padrón, 1996).

$$Y_{ij}: \mu + T_i + B_j + \xi_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es la variable aleatoria observable

μ = Es la media general.

T_i = Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

B_j = Es el efecto de bloque j-ésimo

ξ_{ij} = Es el error experimental.

Para invernadero y laboratorio, el experimento fue analizado bajo un diseño completamente al azar, el modelo lineal fue el siguiente (Padrón, 1996).

$$Y_{ij}: \mu + T_i + \xi_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Denota la j-ésima medición del tratamiento i-ésimo.

μ = Es la media general.

T_i = Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

ξ_{ij} = Es el error experimental.

Análisis Estadístico

De acuerdo a Steel y Torrie (1986) adicionalmente se realizó un análisis como bloques completos al azar combinado sobre localidades para todas las variables en campo cuyo modelo estadístico se define como:

$$Y_{ijk}: \mu + L_i + R(L)_{ji} + T_k + TL_{ik} + \xi_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Es la variable aleatoria observable

μ = Es la media general.

L_i = Es el efecto del i-ésimo localidad

$R(L)_{ji}$ = Es la interacción de la j-ésima repetición por el i-ésimo localidad

T_k = Es el efecto del k-ésimo tratamiento

TL_{ik} = Es la interacción del k-ésimo tratamiento por el i-ésimo localidad

ξ_{ijk} = Es el error experimental.

Se realizó la prueba de DMS al 0.05% de significancia, usando la siguiente fórmula:

$$dms(0.05) = t_{0.025} s_{\bar{y}_i - \bar{y}_{i'}}.$$

Donde:

t = es un valor de tabla

$s_{\bar{y}_i - \bar{y}_{i'}}$ = es el error estándar de la diferencia entre dos medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Campo

Estado de Plántula y Floración

Caracteres Cuantitativos

En el Cuadro 4.1 se muestran los cuadrados medios y nivel de significancia para las variables evaluadas en estas dos etapas, apreciándose diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre las dos localidades con respecto a las variables de longitud de hipocótilo, peso fresco de epicotilo, peso seco de epicotilo, longitud de guía más grande, altura de cobertura vegetal y número de nudos; para el caso de longitud de epicotilo y peso fresco de hipocótilo se registraron como significativo ($P \leq 0.05$). Las únicas variables que se registraron como no significativo fue peso seco de hipocótilo, largo y ancho de hoja. Con respecto al número de repeticiones por localidad, únicamente la variable de longitud de guía más grande se presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$), ya que para las demás variables el resultado fue no significativo. Entre los orígenes, para la mayoría de las variables se registró como altamente significativo ($P \leq 0.01$), es decir existieron diferencias marcadas, sin embargo, la única variable en la que no existió diferencia fue en peso seco de hipocótilo.

Para la fuente de variación localidades por origen, se reportó casi de manera similar que en la fuente anterior, ya que para la mayoría de las variables hubo diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), con excepción de la variable de longitud de epicotilo que registró no significancia.

Comparación de medias

En el Cuadro 4.2 se observa que en la **etapa de plántula** para la variable de **LH** el origen de Rancho Nuevo registró el mejor resultado con 5.77 cm, seguido muy de cerca por el origen de Chihuahua con 5.74 cm. Por otra parte, el origen de Nayarit presentó el más bajo resultado obteniendo 4.7 cm. Para **LE** el resultado más alto lo obtuvo el testigo, ya que registró 3.1 cm, quedando muy arriba que los otros orígenes, los cuales obtuvieron resultados muy similares, oscilando desde el más alto en 2.6 cm y el más bajo con 2.2 cm.

Para el caso de **PFH** todos los orígenes obtuvieron resultados similares, sin embargo, los orígenes de Rancho Nuevo y Chihuahua fueron los más altos con 0.64 y 0.63 gramos respectivamente, por otro lado, el origen con el más bajo resultado fue el origen de Saltillo con 0.4 gramos.

Para la variable de **PFE** resaltó por mucho con el valor más alto el testigo (Saltillo) con 0.3 gramos, siguiéndole los orígenes de Rancho Nuevo y Nayarit con 0.2 gramos. El resultado más bajo para esta variable lo registró el origen de Durango con 0.14 gramos.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables evaluadas en las etapas de plántula y floración en campo.

F.V.	ETAPA DE PLÁNTULA							ETAPA DE FLORACIÓN					
	G.L	LH (cm)	LE (cm)	PFH (gr)	PFE (gr)	PSH (gr)	PSE (gr)	G.L	LGG (cm)	CVE (cm)	LHO (cm)	AHO (cm)	NN
Loc.	1	22.2**	3.5*	0.2*	1.1**	0.0001	0.01**	1	13071.7**	203.3**	0.9	0.08	10.3**
Rep/Loc.	2	0.4	1.9	0.01	0.01	0.0002	0.00009	2	569.2*	19.6	1.03	0.1	1.4
Origen	5	7.2**	4.08**	0.2**	0.2**	0.001	0.003**	5	539.4**	130.3**	7.4**	5.8**	5.5**
Loc * Orig.	5	7.7**	1.2	0.2**	0.1**	0.003**	0.001**	5	1782.7**	344.7**	7.8**	2.8**	9.1**
Error E.	212	1.4	0.6	0.04	0.01	0.0007	0.0002	312	157.9	20.5	0.7	0.4	0.6
C.V. (%)		22.8	30.8	37.5	52.9	36.3	49.1		15.8	11.1	10.4	11.1	9.2

Niveles de significancia= ** Altamente significativo (0.01); * Significativo (0.05); LH= Longitud de hipocótilo; LE= Longitud de epicotilo; PFH= Peso fresco de hipocótilo; PFE= Peso fresco de epicotilo; PSH= Peso seco de hipocótilo; PSE= Peso seco de epicotilo; LGG= Longitud de guía más grande; CVE= Cobertura vegetal; LHO= Largo de hoja; AHO= Ancho de hoja; NN= Número de nudos.

En **PSH** todos los resultados entre los orígenes fueron muy parecidos, sin embargo aunque con poca diferencia el más alto fue el origen de Rancho Nuevo quien obtuvo 0.084 gramos y muy de cerca le siguió el origen de Durango con 0.08 gramos, el resultado más bajo lo obtuvieron los orígenes de Nayarit y Saltillo (testigo) registrando 0.06 gramos. Para la última variable que fue **PSE** la mayoría de los orígenes se comportaron de manera muy similar, es decir no existió diferencias notables entre ellas, registraron 0.02 gramos, sin embargo para el origen de Saltillo (testigo), el resultado sobresalió frente a los demás, ya que presentó 0.04 gramos, siendo muy diferente a los otros.

De manera general, los materiales de Rancho Nuevo y de Saltillo (testigo) registraron los mejores resultados para todas las variables. Esto indica que las diferencias pudieron deberse a factores ambientales favorables a estos dos orígenes, sin embargo, todas las diferencias que se observaron no son significativas de que haya contaminación mecánica en la variedad de frijol Pinto Saltillo.

En la etapa de **floración** se puede observar que la variable de **LGG** registró el más alto resultado para el origen de Chihuahua con 81.7 cm, sin embargo, por muy mínima diferencia le siguieron los orígenes de Nayarit con 81.4 cm y el de Sinaloa con 79.9 cm, todos los demás orígenes obtuvieron resultados estadísticamente iguales, sin embargo hubo diferencias numéricas, registrando como el más bajo el origen Durango con 75.05 cm. Para la variable **CVE** todos los resultados que se obtuvieron también fueron muy semejantes con respecto al testigo, pero es conveniente mencionar que el más alto fue para

el origen de Nayarit, quien registró 43.2 cm, seguido por el origen de Rancho Nuevo con 41.4 cm, el resultado más bajo lo registraron los orígenes de Sinaloa y Saltillo (testigo) con 39.7 y 39.02 cm respectivamente. Considerando que el testigo oscilo también en estos resultados, indica que la variedad de frijol en estudio, puede presentar guías que oscilen en estos tamaños, esto considerando que las plantas fueron tomadas al azar, por lo que esta variable tampoco indica algún tipo de mezcla en la variedad. De acuerdo al INIFAP (2004) y basándose en la descripción realizada ellos mencionan que la altura de la planta en cuanto a dosel es de 44.1 y de guía 84.0 centímetros.

Para la variable de **LHO** los resultados fueron muy parecidos, pero el más alto fue para el origen de Sinaloa con 8.6 cm, siguiéndole en el mismo grupo los orígenes de Chihuahua y Rancho Nuevo con 8.4 cm, por otro lado y de nueva cuenta, el más bajo fue para el origen de Saltillo (testigo) registrando 7.6 cm.

En la variable de **AHO**, el origen que arrojó el mejor resultado fue el de Chihuahua con 6.5 cm, seguido por el origen de Sinaloa con 6.4 cm. En cuanto el resultado más bajo, de nuevo lo registró el origen de Saltillo con 5.6 cm. Para la variable de **NN** se observó que la diferencia fue mínima, esto debido a que por ser de la misma variedad pues no se presentó mucha diferencia entre las plantas evaluadas, pues el más bajo fue el origen de Durango con promedio de 8.09 nudos, para los demás orígenes el resultado fue un poco más elevado aunque registraron resultados similares oscilando entre 8 y 9 nudos.

En la mayoría de las variables, el testigo se registró como el valor más bajo, cosa que en la primera evaluación de la primera etapa no sucedió. Es importante mencionar que durante las evaluaciones de estos caracteres cuantitativos a pesar de que se observa diferencias estadísticas para esta etapa, existieron diferentes factores que influyeron para obtener los resultados. Sin embargo lo importante era determinar algún tipo de mezcla varietal, cosa que no hubo durante la evaluación.

Cuadro 4.2. Comparación de medias (DMS) al 0.05% de significancia de las variables evaluadas en las etapas de plántula y floración en campo.

ORIG	ETAPA DE PLÁNTULA						ETAPA DE FLORACIÓN				
	LH	LE	PFH	PFE	PSH	PSE	LGG	CVE	LHO	AHO	NN
1	5.74 ab	2.4 bc	0.63 a	0.18 bc	0.07 ab	0.02 b	81.7 a	40.2 bc	8.4 ab	6.5 a	8.8 a
2	4.7 d	2.6 b	0.5 b	0.2 b	0.06 bc	0.02 b	81.4 ab	43.2 a	8.3 b	6.2 bc	8.8 a
3	5.3 cd	2.3 bc	0.6 ab	0.14 c	0.08 ab	0.02 b	75.05 c	40.2 bc	8.3 b	6.1 c	8.09 b
4	4.9 cd	2.5 b	0.61 ab	0.19 b	0.07 ab	0.02 b	79.9 ab	39.7 c	8.6 a	6.4 ab	8.7 a
5	5.77 a	2.2 c	0.64 a	0.2 b	0.084a	0.02 b	78.9 bc	41.4 b	8.49 ab	6.3 abc	8.9 a
6	5.5 bc	3.1 a	0.4 c	0.3 a	0.06 c	0.04 a	75.5 c	39.02 c	7.6 c	5.6 d	8.7 a

Medias con la misma literal son estadísticamente iguales. Orígenes 1= Chihuahua; 2= Nayarit; 3= Durango; 4= Sinaloa; 5= Rancho Nuevo; 6= Saltillo (testigo). LH= Longitud de hipocótilo, LE= Longitud de epicotilo; PFH= Peso fresco de hipocótilo; PFE= Peso fresco de epicotilo; PSH= Peso seco de hipocótilo; PSE= Peso seco de epicotilo; LGG= Longitud de guía más grande; CVE= Cobertura vegetal; LHO= Largo de hoja; AHO= Ancho de hoja; NN= Número de nudos.

Al Momento de la Cosecha

Caracteres Cuantitativos

En el Cuadro 4.3, se puede observar que entre localidades, las variables de largo de vaina, ancho de vaina y número de vainas por planta reportaron alta significancia ($P \leq 0.01$), apareciendo únicamente la variable de número de semillas por vaina como no significativa. Para la fuente de variación de repeticiones por localidad todas las variables registraron ser no significativas. Con lo que respecta a orígenes y localidad por origen mostraron significancia ($P \leq 0.05$) para la variable de longitud de vaina, y alta significancia ($P \leq 0.01$), para ancho de vaina, número de vainas por planta y número de semillas por vaina.

Cuadro 4.3. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables evaluadas en la etapa de cosecha en campo.

F.V.	VARIABLES EVALUADAS				
	G.L	LV (cm)	AV (mm)	NVP	NSV
Loc.	1	6.3**	85.2**	8000.08**	0.04
Rep/Loc.	2	0.9	0.57	80.9	0.1
Origen	5	1.7*	2.7**	1606.5**	1.4**
Loc*Origen.	5	1.4*	2.8**	356.9**	1.5**
Error E.	331	0.5	0.6	108.7	0.3
C.V. (%)		7.3	8.1	42.3	10.9

Niveles de significancia= ** Altamente significativo (0.01); * Significativo (0.05); LV= Largo de vaina; AV= Ancho de vaina; NVP= Número de vainas por planta; NSV= Numero de semillas por vaina.

En el Cuadro 4.4 de comparación de medias se aprecia que para **LV** los resultados fueron muy similares, sin embargo aunque por poca diferencia el origen de Nayarit fue el más alto con 10.4 cm, y el más bajo fue para el origen de Durango con 10.03 cm. Para **AV** de igual forma los resultados fueron muy parecidos, pero sobresalió ligeramente el origen de Sinaloa con 10.1 mm, seguido por los orígenes de Nayarit y Saltillo con 9.94 y 9.93 mm, el resultado más bajo lo obtuvo el origen de Rancho Nuevo con 9.5 mm.

En lo que se refiere a **NVP**, el origen de Chihuahua obtuvo un promedio de 33.9 vainas por cada planta evaluada, arrojando así el valor más alto, caso contrario, el origen de Durango obtuvo un promedio de 19.1 vainas por cada planta, siendo el más bajo. Para **NSV** en promedio, todos los orígenes obtuvieron entre 5 y 6 semillas; sorprendentemente y a pesar de que el origen de Chihuahua obtuvo más vainas por planta estas no contenían el número de semillas más alto, Rancho Nuevo fue el que arrojó el dato más elevado con un promedio de 5.7 semillas. El dato más bajo lo obtuvo el origen de Nayarit con un promedio de 5.3 semillas.

Al comparar las variables evaluadas de acuerdo a los resultados logrados en esta quinta etapa, claramente se observa que entre localidades si existieron diferencias cuantitativas, esto se debió a que entre localidades los cuidados culturales y los factores ambientales fueron diferentes, afectando de esta manera a las variables al momento de la evaluación.

Para las variables de largo de vaina y ancho de vaina generalmente y de acuerdo a los resultados estas oscilaron entre 10 centímetros de largo y de 9 a 10 mm de ancho. Con respecto a números de vainas por planta, estas pueden variar en esta variedad, como se observó en los resultados.

Cuadro 4.4. Comparación de medias (DMS) al 0.05% de significancia de las variables evaluadas en la etapa de cosecha en campo.

ORIGENES	VARIABLES			
	LV	AV	NVP	NSV
1	10.3 ab	10.01 ab	33.9 a	5.6 a
2	10.4 a	9.94 ab	25.9 b	5.3 b
3	10.03 c	9.6 bc	19.1 d	5.5 ab
4	10.09 bc	10.1 a	25.04 bc	5.5 ab
5	10.15 bc	9.5 c	21.6 cd	5.7 a
6	10.11 bc	9.93 a	22.5 bcd	5.4 b

Medias con la misma literal son estadísticamente iguales. Orígenes 1= Chihuahua; 2= Nayarit; 3= Durango; 4= Sinaloa; 5= Rancho Nuevo; 6= Saltillo (testigo). LV= Largo de vaina; AV= Ancho de vaina; NVP= Número de vainas por planta; NSV= Número de semillas por vaina.

Invernadero

Estado de Plántula y Floración

Caracteres Cuantitativos

En el Cuadro 4.5 se observan los cuadrados medios y nivel de significancia para las variables evaluadas en las dos etapas, donde se observa que entre los seis orígenes, las variables de longitudes de hipocótilo, epicotilo, peso fresco y peso seco de hipocótilo, longitud de guía más grande, largo y ancho de hoja no hubo ninguna diferencia significativa; caso contrario para peso fresco y peso seco de epicotilo existieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), y diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), se reportó para las variables de altura de cobertura vegetal y número de nudos. En lo que respecta al comportamiento de las plantas por repetición, se observa que para todas las variables el comportamiento no fueron significativas.

En el Cuadro 4.6 se observa que para la **etapa de plántula**, la primer variable que fue **LH** presentó diferencias no significativas entre los orígenes, sin embargo se presentaron diferencias numéricas, sobresaliendo como el más alto el origen de Chihuahua con 6.8 cm y como el más bajo el origen de Durango, registrando 5.5 cm. La variable de **LE** a pesar de que aparecen en el mismo grupo si arrojó diferencias mínimas entre los orígenes, logrando el resultado más alto el origen de Nayarit con 2.74 cm, seguido por muy poco por el origen de Durango con 2.70 cm; el resultado más bajo para esta variable lo obtuvieron con el mismo resultado los orígenes de Chihuahua y Rancho Nuevo con 1.9 cm.

Cuadro 4.5. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables evaluadas en las etapas de plántula y floración en invernadero.

F.V.	ETAPA DE PLÁNTULA							ETAPA DE FLORACIÓN					
	G.L	LH (cm)	LE (cm)	PFH (gr)	PFE (gr)	PSH (gr)	PSE (gr)	G.L	LGG (cm)	CVE (cm)	LHO (cm)	AHO (cm)	NN
Origen	5	2.2	1.06	0.01	0.009*	0.0002	0.0001*	5	413.4	97.1**	0.1	0.3	4.8**
P/Rep.	14	2.3	0.6	0.01	0.004	0.0003	0.00007	22	206.4	15.9	1.2	1.01	0.3
Error E.	43	1.2	0.5	0.01	0.003	0.0002	0.00006	42	350.9	24.5	1.05	0.6	0.3
C.V. (%)		18.1	31.2	21.3	41.07	24.4	42.08		22.9	12.09	12.3	11.6	7.2

Niveles de significancia= ** Altamente significativo (0.01); * Significativo (0.05); LH= Longitud de hipocótilo; LE= Longitud de epicotilo; PFH= Peso fresco de hipocótilo; PFE= Peso fresco de epicotilo; PSH= Peso seco de hipocótilo; PSE= Peso seco de epicotilo; Longitud de guía más grande; CVE= Cobertura vegetal; LHO= Largo de hoja; AHO= Ancho de hoja; NN= Número de nudos.

Para **PFH**, de nueva cuenta el origen de Chihuahua se registró con el más alto, obteniendo 0.59 gramos, por otro lado, el valor más bajo lo obtuvo el origen de Durango con 0.4 gramos.

Para la variable de **PFE**, el origen de Nayarit fue el más alto con 0.19 gramos y el origen de Chihuahua en esta ocasión fue el más bajo con 0.1 gramos. Para **PSH**, todos los orígenes obtuvieron los resultados estadísticamente iguales, pero por diferencias numéricas el origen de Chihuahua se registró como el más alto con 0.073 gramos, seguido muy de cerca por los orígenes de Nayarit y Sinaloa con peso de 0.070 gramos. Para **PSE**, el origen de Nayarit obtuvo el valor más alto con 0.03 gramos, por otro lado, el valor más bajo fue para el origen de Rancho Nuevo con 0.014 gramos.

En comparación con los resultados obtenidos en campo, estos fueron más bajos, únicamente en la primer variable que fue longitud de hipocótilo en esta área el resultado más alto.

Dentro de la **etapa de floración**, en **LGG** el resultado sobresaliente fue para el origen de Saltillo (testigo) con 92.3 cm de longitud, seguido en el mismo grupo de significancia los orígenes de Nayarit, Durango, Sinaloa y Rancho nuevo; Durango un poco más alto con 82.4 cm. El resultado más bajo lo obtuvo el origen de Chihuahua con 75 cm. En lo que respecta a la altura de **CVE**, de nueva cuenta el origen de Saltillo (testigo) logro el más alto valor con 46 cm, mientras que el más bajo fue el origen de Sinaloa con 37.5 cm.

Para **LHO**, para todos los orígenes los resultados fueron estadísticamente iguales, sin embargo por diferencia numérica el más alto fue para el origen de Nayarit con 8.49 cm, seguido muy de cerca por el origen de Saltillo con 8.44 cm. El resultado más bajo fue para el origen de Chihuahua con 8.1 cm. Para **AHO** los resultados de nuevo fueron estadísticamente iguales, pero numéricamente un poco más alto fue para el origen de Rancho Nuevo quien registró un ancho de 7.4 cm, mientras que el más bajo valor fue para el origen de Sinaloa con 6.8 cm.

Finalmente para **NN**, los orígenes de Saltillo, Nayarit, Rancho Nuevo y Sinaloa tuvieron el mismo grupo de significancia logrando resultados promedios de 9.1, 9, 8.9 y 8.8 nudos. El más bajo valor lo reportó el origen de Durango con 7.2 nudos en promedio. Es decir, que igual que para campo, estos oscilaron entre 7 y 9 nudos para todos los orígenes.

De acuerdo a los cuadros de ANVA y comparación de medias, se observa que para estas dos etapas, las tres variables principalmente que son peso fresco y seco de epicotilo y altura de cobertura vegetal existieron diferencias más marcadas, arrojando de esta forma tres grupos en la significancia. Exclusivamente dentro de floración se visualiza que a pesar que en la mayoría de las variables estadísticamente los resultados fueron iguales, numéricamente las plantas del testigo (Saltillo) arrojaron valores más altos, logrando tener mayor longitudes de guía y cobertura vegetal, aunado a este resultado el origen de Nayarit logró un alto resultado en largo de hoja. Estos resultados nuevamente como lo menciona Flores (2001), los caracteres

cuantitativos son influidos por el ambiente en que se encuentran y de esta forma puede existir variación en los resultados, inclusive al evaluar un mismo genotipo.

Dentro de las evaluaciones del carácter cualitativo (Cuadros 4.7 y 4.8), para las dos localidades e invernadero en las etapas de **plántula, floración y llenado de vainas**, el resultado fue al 100% en todas las variables, sin embargo, al momento de la **madurez fisiológica** para la variable de color predominante de las vainas se observaron dos niveles de colores (amarillo y amarillo más pigmento rojo); para la localidad de Buenavista se observó el más alto porcentaje de vainas amarillas para todos los orígenes, predominando con 73% los orígenes de Nayarit y Durango y tan solo el 27% fueron amarillas mas pigmento rojo. En la localidad de Rancho Nuevo nuevamente el origen de Durango junto con Sinaloa obtuvieron 67 y 63% de vainas amarillas y el resto de amarillas más pigmento rojo. Los orígenes de Chihuahua y Nayarit registraron el 63% de amarillas mas pigmento rojo y 37 % de amarillas.

De acuerdo a la variable distribución predominante de las vainas, se presentaron en los niveles de baja, alta, uniforme y en la parte media de las plantas para la mayoría de los orígenes; el origen de Sinaloa fue el único que sus resultados fueron más similares en ambas localidades.

Cuadro 4.6. Comparación de medias (DMS) al 0.05% de significancia de las variables evaluadas en las etapas de plántula y floración en invernadero

ORIG	ETAPA DE PLÁNTULA						ETAPA DE FLORACIÓN				
	LH	LE	PFH	PFE	PSH	PSE	LGG	CVE	LHO	AHO	NN
1	6.8 a	1.9 ab	0.59 a	0.1 c	0.073 a	0.024 ab	75 b	41.5 b	8.1 a	7.18 a	8.5 b
2	6.2 a	2.74 a	0.51 ab	0.19 a	0.07 a	0.03 a	81.7 ab	41.37 b	8.49 a	7.15 a	9 ab
3	5.5 a	2.7 a	0.4 b	0.13 bc	0.06 a	0.019 bc	82.4 ab	39.1 bc	8.39 a	6.92 a	7.2 c
4	6.6 a	2.2 ab	0.487 ab	0.15 abc	0.07 a	0.018 bc	79.2 ab	37.5 bc	8.30 a	6.8 a	8.8 ab
5	5.9 a	1.9 ab	0.484 ab	0.1 c	0.059 a	0.014 c	80.6 ab	42 b	8.33 a	7.4 a	8.9 ab
6	6.1 a	2.1 ab	0.46 b	0.17 ab	0.06 a	0.021 b	92.3 a	46 a	8.44 a	6.95 a	9.1 a

Medias con la misma literal son estadísticamente iguales. Orígenes 1= Chihuahua; 2= Nayarit; 3= Durango; 4= Sinaloa; 5= Rancho Nuevo; 6= Saltillo (testigo). LH= Longitud de hipocótilo; LE= Longitud de epicotilo; PFH= Peso fresco de hipocótilo; PFE= Peso fresco de epicotilo; PSH= Peso seco de hipocótilo; PSE= Peso seco de epicotilo; Longitud de guía más grande; CVE= Cobertura vegetal; LHO= Largo de hoja; AHO= Ancho de hoja; NN= Número de nudos.

En la etapa de **cosecha**, la diferencia se encontró marcada en la variable de perfil predominante de la vaina, ya que presentaron todos los orígenes dos grados de curvaturas, de manera general el más alto resultado fue para el medianamente recto. Los orígenes que coincidieron en sus resultados en ambas localidades fue las de Nayarit y Durango, este primer origen logró 80% de vainas medianamente recto y el 20% de curvado, por su parte el origen de Durango registró 70% de vainas medianamente recto y el resto de curvado.

También existieron dos niveles de evaluación en la curvatura del ápice, en esta variable, los resultados fueron variables presentándose vainas medianamente curvo y curvo; nuevamente la localidad de Durango registró los valores más similares en ambas localidades. De acuerdo a los resultados logrados, dentro de las etapas de plántula y floración se evaluaron los descriptores más marcados para considerar algún tipo de contaminación en las semillas, entre estos encontramos a color de hipocótilo, cotiledones, nervaduras, alas y estandarte de la flor entre otros, lo cual al lograr uniformidad al 100% en el resultado de acuerdo al testigo (semilla original) se aseguró no contaminación en las semillas de los diferentes orígenes.

En los siguientes Cuadros (4.7 y 4.8) se puede observar los resultados que se obtuvieron al evaluar los descriptores cualitativos para todos los orígenes, en las diferentes etapas del cultivo de frijol variedad pinto Saltillo, en las localidades de Buenavista, Rancho Nuevo e Invernadero.

Cuadro 4.7. Descriptores cualitativos para todos los orígenes en las etapas de **plántula, floración y llenado de vainas** en las dos localidades evaluadas en campo e invernadero.

Descriptor	Escala	Nivel	Localidad Buena vista (%)	Localidad Rancho Nuevo (%)	Invernadero UAAAN (%)
Estado de plántula					
D1. Color predominante del hipocótilo	1 2 3	Verde Rosado Morado	100	100	100
D2. Color predominante de los cotiledones	1 2 3	Amarillo pálido Rosado Morado	100	100	100
D3. Color predominante de las nervaduras de las hojas primarias	1 2 3	Verde Rosado Morado	100	100	100
Floración					
D4. Color predominante de las alas de la flor	1 2 3 4	Blanco Lila Rosado Morado	100	100	100
D5. Color predominante del estandarte de la flor	1 2 3 4	Blanco Rosado Lila Morado	100	100	100
D6. Patrón predominante del color del estandarte floral	1 2 3	Uniforme No uniforme Varios colores	100	100	100

Cuadro 4.7. Continuación.....hoja 2

Descriptor	Escala	Nivel	Localidad Buena vista (%)	Localidad Rancho Nuevo (%)	Invernadero UAAAN (%)
D7. Hábito predominante de crecimiento	1	Arbustivo determinado, tipo 1	100	100	100
	2	Arbustivo indeterminado, tipo 2			
	3	Postrado indeterminado, tipo 3			
	4	Trepador indeterminado, tipo 4			
D8. Color predominante del tallo principal	1	Sin pigmento (verde)	100	100	100
	2	Pigmentado de rosado			
	3	Pigmentado de morado			
	4	Muy pigmentado de rosado			
	5	Muy pigmentado de morado			
D9. Pubescencia predominante del tallo principal	1	Pubescente	100	100	100
	2	Glabro			
	3	Intermedio			
D10. Color predominante de la hoja	1	Verde pálido	100	100	100
	2	Verde oscuro			
	3	Verde normal			
Llenado de vainas					
D11. Color predominante de las vainas inmaduras	1	Verde pálido	100	100	
	2	Verde normal			
	3	Verde oscuro			
	4	Amarillo			

Cuadro 4.8. Descriptores cualitativos para todos los orígenes en las etapas de **madurez fisiológica y cosecha** en las dos localidades evaluadas en campo.

Descriptor	Escala	Nivel	Localidad Buena vista (%)						Localidad Rancho Nuevo (%)					
			C	N	D	SI	R.N	S	C	N	D	SI	R.N	S
Madurez fisiológica														
D12. Color predominante de las vainas	1	Amarillo	68	73	73	63	50	60	37	37	67	63	50	60
	2	Amarillo mas pigmento rojo	32	27	27	37	50	40	63	63	33	37	50	40
	3	Morado												
	4	Morado mas pigmento												
D13. Patrón predominante del color de las vainas	1	Uniforme	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2	No uniforme												
D14. Distribución predominante de las vainas en la planta	1	Bajas	28	33	33	10	37	3		3	26	13	4	17
	2	Altas		17	13	3				27	37			43
	3	Uniforme	28	27	27	30	53	57	87	43		30	63	17
	4	Parte media	44	23	27	57	10	40	13	27	37	57	33	23
Cosecha														
D15. Color predominante de las vainas	1	Crema	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2	Café												
	3	Morado												
	4	Dos colores												
D16. Patrón predominante del color de la vaina	1	Uniforme	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	2	No uniforme												

Cuadro 4.8. Continuación.....hoja 2

Descriptor	Escala	Nivel	Localidad Buena vista (%)						Localidad Rancho Nuevo (%)					
			C	N	D	SI	R.N	S	C	N	D	SI	R.N	S
D17. perfil predominante de la vaina	1	Recto												
	2	Med. recto	72	80	70	87	60	67	67	80	60	70	70	73
	3	Curvado	28	20	30	13	40	33	33	20	40	30	30	27
	4	Recurvado												
D18. Tipo predominante del ápice de la vaina	1	Romo												
	2	Puntiagudo	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
D19. Grado predominante de curvatura del ápice de la vaina	1	Recto												
	2	Med. Curvo	48	70	63	67	77	70	77	37	60	77	63	33
	3	Curvo	52	30	37	33	23	30	23	63	40	23	37	67
D20. Color predominante de las semillas	1	Blanco												
	2	Amarillo												
	3	Crema suave	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	4	Café												
	5	Entre otros												
D21. Aspecto predominante de la testa de la semilla	1	Opaco												
	2	Brillante	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	3	Intermedio												
D22. Forma predominante de la semilla	1	Redonda												
	2	Alargada												
	3	Arriñonada	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

C= Chihuahua; N= Nayarit; D= Durango; SI= Sinaloa; R.N= Rancho Nuevo; S= Saltillo.

Laboratorio

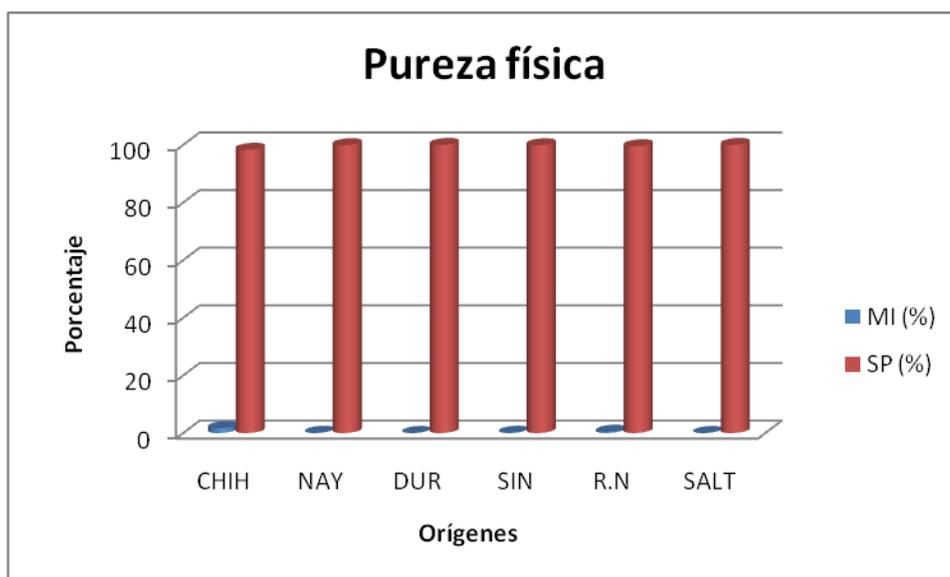
Pureza Física

En la Figura 4.1 se puede observar el comportamiento de los seis orígenes con respecto al porcentaje de pureza de las semillas que contenían al proceder de los diferentes Estados. Los resultados fueron muy parecidos y registraron solo dos componentes, sin embargo, es importante mencionar que el origen de Chihuahua obtuvo 1.6% de materia inerte, mientras que la semilla pura fue 98.3%, siendo el origen que más impurezas obtuvo, esto quizá se debió a que el aspecto de la testa de la mayoría de las semillas se visualizaba dañada, por lo consiguiente el porcentaje de impurezas ascendió.

Los otros cinco orígenes se comportaron de manera muy similar, obteniendo estas un promedio de 99.5 % de semilla pura y tan solo el resto de impurezas (0.5%). Con todo esto es aceptable los resultados, ya que las impurezas fueron muy mínimas para todos los orígenes, como lo marca SNICS (1975) que para semillas certificadas mínimo deben de tener 98% de semilla pura. Es importante recalcar que ninguna de las semillas registró los componentes de semillas de otros cultivos y semillas de malezas. Al respecto COLPOCRAH (2009) menciona que la pureza de las semillas es una prueba visual que permite detectar contaminantes que puedan estar mezcladas con otra variedad y que de esta manera afectan la calidad de las semillas. Ellos mencionan que para determinar la pureza se toma una muestra del lote, se

separan las semillas de los contaminantes y se pesan por separado y se expresa en porcentaje.

Realizar esta prueba fue de mucha importancia, ya que junto con pureza varietal, poder germinativo, vigor, sanidad y el contenido de humedad son pauta para definir la calidad que contienen las semillas (ISTA, 1993), y saber que calidad de semillas se sembró.



MI= Materia inerte; SP= Semilla pura

Figura 4.1. Porcentaje de pureza física (PF) en semillas de frijol Pinto Saltillo.

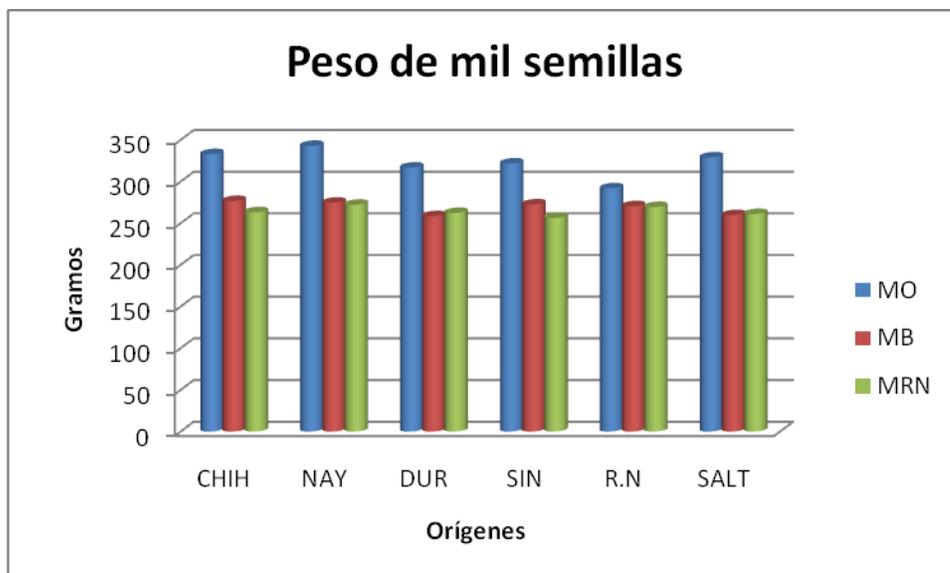
Peso de Mil Semillas

En la Figura 4.2 se da a conocer el peso de semillas de los diferentes orígenes, aquí se visualiza claramente que en comparación con lo cosechado en las localidades de Buenavista y Rancho Nuevo, los materiales de procedencia registran el mejor peso. En los materiales de origen y lo cosechado en la localidad de Rancho Nuevo, el resultado más alto lo obtuvo el origen de

Nayarit con 342.8 gramos y 272.2 gramos respectivamente. Por otro lado en los materiales cosechados en Buenavista el más alto valor lo registró el origen de Chihuahua con peso de 276.7 gramos.

Las semillas que fungieron como testigo (el material original) registraron peso de 328.9 gramos, mientras que lo cosechado lograron 259.7 gramos para lo de Buenavista y ahí mismo en Rancho nuevo el material cosechado logro 261.1 gramos. Todos estos resultados son obvios ya que las semillas provenientes de las delegaciones SNICS fueron producidas bajo condiciones favorables logrando así ser de mejor calidad y lograr un mejor peso. Caso contrario, al producirlas en Saltillo y teniendo las condiciones de temperatura y otros factores ambientales no favorables dieron lugar a estos resultados. Con respecto a la comparación entre lo cosechado entre las localidades, el resultado fue muy similar.

Gómez y Minelli (1990) citan que el peso de mil semillas es una prueba que permite calcular la cantidad que se debe emplear en una siembra, ellos aseveran que además está relacionada al tamaño de las mismas que frecuentemente determinan el vigor y la pureza varietal.



MO= Materiales originales; MB= Materiales del Buenavista; MRN= Materiales de Rancho Nuevo

Figura 4.2. Peso de mil semillas (PMS) en frijol Pinto Saltillo.

Peso Volumétrico, Contenido de Humedad y Germinación Estándar

En el Cuadro 4.9 se observan los cuadrados medios y nivel de significancia para las variables de peso volumétrico, contenido de humedad y germinación estándar, en donde se puede observar que para las tres variables, la mayoría de los resultados fueron altamente significativos ($P \leq 0.01$), únicamente para los materiales cosechados en la localidad de Rancho nuevo, el contenido de humedad registró diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

En el Cuadro 4.10, al comparar los resultados de la variable de **peso volumétrico** hubo diferencias marcadas, donde el testigo fue el más alto (78.2 kg hl^{-1}), seguido muy de cerca por el origen de Durango con 77.77 kg hl^{-1} . Por otro lado, el origen de Chihuahua es el que reportó el más bajo peso con 73.03 kg hl^{-1} .

Al evaluar los materiales cosechados en Buenavista, los resultados en general fueron similares a los resultados logrados en los materiales de origen, ya que el resultado más alto fue en esta ocasión para el origen de Sinaloa con 79.4 kg hl^{-1} . El resultado más bajo lo registró el origen de Rancho Nuevo con 76.6 kg hl^{-1} .

En lo referente a los materiales obtenidos en Rancho Nuevo, nuevamente el más alto peso fue registrado por los materiales provenientes de la semilla original con 82.7 kg hl^{-1} . Por otro lado y de nueva cuenta, también los materiales de Rancho Nuevo fue el más bajo con 78.4 kg hl^{-1} .

De acuerdo a todos estos resultados, al comparar las dos localidades con los materiales de origen, lo cosechado en la localidad de Buenavista presentó resultados más similares a los de origen, esto pudo ser porque en ambas localidades se presentaron cambios de temperaturas, y también porque la siembra de la localidad de Buenavista fue bajo riego y la de Rancho Nuevo de temporal, propiciando de esta manera las condiciones más similares a los materiales de procedencia.

Cuadro 4.9. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las pruebas de peso volumétrico, contenido de humedad y germinación estándar en laboratorio.

F.V.	PESO VOLUMÉTRICO				CONTENIDO DE HUMEDAD			GERMINACIÓN ESTANDAR PARA MATERIALES DE ORIGEN					
	G.L	MO kg/hl	MB kg/hl	MRN kg/hl	MO (%)	MB (%)	MRN (%)	G.L	PN (%)	PA (%)	SSG (%)	PF (gr)	PS (gr)
Origen	5	11.1**	2.4**	6.1**	2.02**	0.9**	0.6*	5	36.5**	19.4**	3.3**	179.5**	0.6**
Error E.	12	0.5	0.2	0.2	0.02	0.04	0.15	18	1.8	1.1	0.3	9.2	0.04
C.V. (%)		0.9	0.5	0.6	2.4	3.8	6.5		6.2	39.7	68.03	12.7	10.5

Niveles de significancia= ** Altamente significativo (0.01); * Significativo (0.05); MO= Materiales de origen; MB= Materiales de Buenavista; MRN= Materiales de Rancho Nuevo; PN= Plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PF= Peso fresco; PS= Peso seco.

En **contenido de humedad** al comparar los materiales de origen, los materiales de Chihuahua se reportaron como el más alto, obteniendo 7.1% de contenido de humedad, seguido por el origen de Nayarit con 6.6%, el resultado más bajo lo obtuvieron los materiales de Durango con 4.9%. Al evaluar y comparar los materiales cosechados en el campo Buenavista, los resultados más altos lo arrojaron los orígenes de Saltillo (testigo) y el de Nayarit con 6.2 y 5.9%, el resultado más bajo en estos materiales lo registraron los orígenes de Sinaloa y Chihuahua con 4.7 y 4.9% respectivamente. En los materiales cosechados en la localidad de Rancho nuevo el más alto contenido de humedad fue para el origen de Nayarit, quien obtuvo 6.5% seguido por el origen de Sinaloa con 6.3%. Por otro lado, el contenido de humedad que se registró como más bajo fue para el origen de Saltillo con 5.2%.

De acuerdo a los resultados de estos dos parámetros evaluados se deduce que a menor contenido de humedad mayor es el peso volumétrico, esto se debe a que el espacio que ocupan las semillas con alto contenido de humedad es menor comparado al que presentan las semillas con bajo contenido de humedad. Este parámetro es importante para el almacenamiento ya que si se logra un elevado contenido de por ejemplo 14% hay problemas con la calidad de las semillas. En la evaluación, las semillas se visualizaban secas, por lo que se obtuvieron contenidos de humedad bajos pero aun aceptables, ya que ninguno logró resultados altos que pudiera afectar su calidad en almacenamiento. Al respecto Martínez (2006) menciona que la medición y el control del contenido de humedad son importantes porque afecta la calidad de

los granos o las semillas, por lo consiguiente al tener este dato se obtienen criterios de la calidad que poseen.

Al evaluar **germinación estándar** los resultados obtenidos fueron similares para la mayoría de los orígenes, con excepción de los materiales procedentes de Chihuahua. En primer lugar se reportaron los orígenes de Durango y Saltillo con un promedio de 94% de plántulas normales; estos dos orígenes tan solo registraron el 4% de plántulas anormales y únicamente el 2% no germinaron. Mientras tanto, el resultado más bajo fue adquirido por el origen de Chihuahua registrando tan solo un promedio de 63% de plántulas normales y un elevado número de plántulas anormales de 26% y 11% de semillas no germinaron. Con respecto al peso fresco de plántulas, de igual manera, los orígenes de Saltillo y Durango arrojaron los más altos resultados, logrando 31.5 y 30.3 gramos respectivamente, por su parte, el origen de Chihuahua logró alcanzar solo 14.690 gramos. En peso seco, de plántulas el origen testigo (Saltillo) registró 2.32 gramos y el de Durango obtuvo 2.27 gramos.

Cuadro 4.10. Comparación de medias (DMS) al 0.05% de significancia de las variables evaluadas en las pruebas de peso volumétrico, contenido de humedad y germinación estándar en laboratorio.

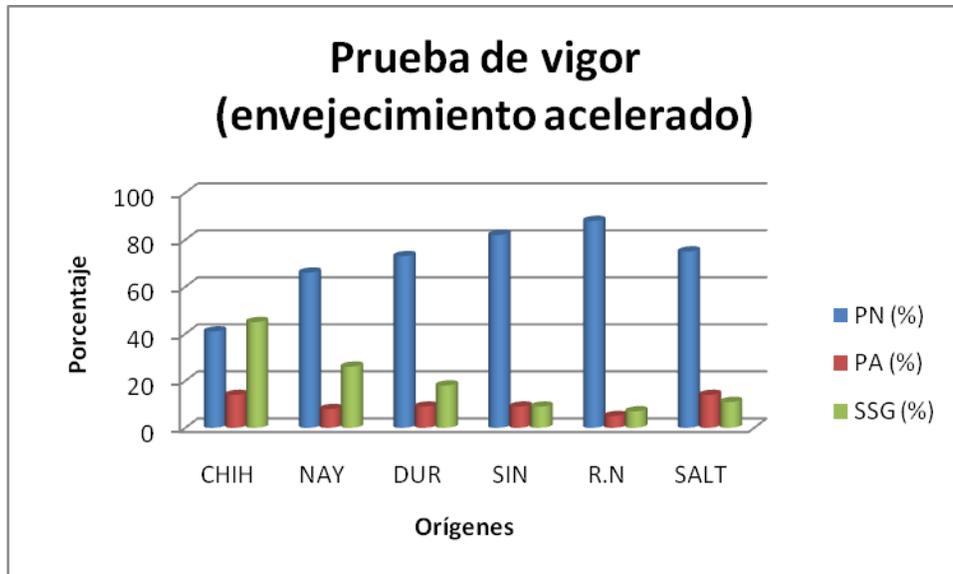
ORIG	PESO VOLUMÉTRICO			CONTENIDO DE HUMEDAD			GERMINACIÓN ESTANDAR				
	MO	MB	MRN	MO	MB	MRN	PN	PA	SSG	PF	PS
1	73.03 b	78.2 b	81.43 b	7.1 a	4.9 c	6.2 ab	63 c	26 a	11 a	14.6 c	1.2 d
2	77.3 a	78 b	81.54 b	6.1 c	5.9 a	6.5 a	80 b	17 b	3 b	17.6 c	1.6 c
3	77.77 a	77.7 b	81.04 b	4.9 f	5.5 b	5.7 bc	94 a	4 c	2 b	30.3 a	2.27 ab
4	77.1 a	79.4 a	80.7 b	5.7 d	4.7 c	6.3 ab	90 a	9 c	1 b	24.9 b	1.9 b
5	77.71 a	76.6 c	78.4 c	6.6 b	5.4 b	6.1 ab	91 a	6 c	3 b	23.8 b	2.04 ab
6	78.2 a	77.6 b	82.7 a	5.3 e	6.2 a	5.2 c	94 a	4 c	2 b	31.5 a	2.32 a

Medias con la misma literal son estadísticamente iguales. Orígenes 1= Chihuahua; 2= Nayarit; 3= Durango; 4= Sinaloa; 5= Rancho Nuevo; 6= Saltillo (testigo). MO= Materiales de origen; MB= Materiales de Buenavista; MRN= Materiales de Rancho Nuevo; PN= Plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar; PF= Peso fresco; PS= Peso seco.

Prueba de Vigor

En la Figura 4.3 se visualiza el comportamiento de los seis orígenes con respecto al vigor, en el cual se observa que el resultado más alto fue para el origen de Rancho Nuevo con 88% de plántulas normales y tan solo el 5% fue de plántulas anormales y 7% no germinaron. Por otro lado el resultado más bajo fue para los materiales procedentes del estado de Chihuahua, registrando 41% de plántulas normales, 14% de plántulas anormales un 45% de las semillas no germinaron. De acuerdo a las observaciones, estos resultados se presentaron de esta manera, ya que desde un principio se visualizaba a la mayoría de las semillas con daño en la testa por exceso de colorante y aunado al estrés a la que fueron sometidas no dio lugar al buen desarrollo y el resultado general fue como de bajo vigor.

En base a todos estos resultados se observa que para las semillas de Chihuahua existió menos vigor en las semillas, ya que de acuerdo al análisis gráfico, considerando que el vigor es también un indicador primordial de la calidad y que su importancia radica en evitar desuniformidad, establecimientos pobres y otros factores, muestra que las semillas de Rancho Nuevo tuviera más vigor, seguidos por los materiales de Sinaloa y la de Saltillo (testigo). Perry (1988) también señala que el vigor puede presentar alteraciones debido a la constitución genética, el desarrollo y la nutrición que presente la planta.



PN= Plántulas normales; PA= Plántulas anormales; SSG= Semillas sin germinar

Figura 4.3. Porcentaje de vigor (PV) en semillas de frijol Pinto Saltillo, por medio de la prueba de envejecimiento acelerado.

CONCLUSIONES

Considerando los objetivos planteados se concluye lo siguiente:

No existen evidencias para considerar la existencia de contaminación varietal en semilla categoría Certificada de los Estados de Chihuahua, Nayarit, Durango y Sinaloa. Las diferencias cuantitativas (por ejemplo longitud de hipocótilo, longitud de epicotilo, entre otras) que se detectaron y cuantificaron en campo y en invernadero, son variables en razón del efecto ambiental y no son indicativo de contaminación.

Dentro de los caracteres cualitativos que se evaluaron en las etapas de madurez fisiológica y de cosecha, las diferencias en las variables de color predominante de las vainas, distribución de las vainas en la planta, perfil de las vainas y grado de curvatura del ápice de la vaina son variaciones que también presentó la semilla original, por lo no existe evidencia de contaminación en la semilla certificada en estudio. Con respecto a los resultados en laboratorio también se encontraron diferencias cuantitativas tanto en la semilla original como en la semilla certificada en las localidades, concluyendo de esta forma la no existencia de contaminación en las semillas certificadas.

RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron: determinar por medio de estudios de campo e invernadero, la posible contaminación varietal en lotes de semilla certificada de frijol Pinto Saltillo producida en diferentes regiones del país en comparación a la semilla original, utilizando para ello descriptores cuantitativos y cualitativos oficiales, así como realizar análisis de laboratorio para conocer la calidad de la semilla. La semilla en estudio fue producida en los Estados de Chihuahua, Nayarit, Durango, Sinaloa y Rancho Nuevo Coahuila, como testigo de pureza se utilizó la semilla original del INIFAP campo experimental Saltillo. Este estudio se realizó bajo riego a predios UAAAN y bajo temporal en Rancho Nuevo Municipio de Saltillo.

En los resultados de campo para los caracteres cuantitativos en plántula las variables de **longitud, peso fresco y peso seco de hipocótilo** el origen Rancho Nuevo registró el mejor valor con 5.77 cm, 0.64 gramos y 0.084 gramos respectivamente, para **longitud, peso fresco y peso seco de epicotilo** el resultado más alto lo obtuvo el origen de Saltillo (testigo) con 3.1 cm, 0.3 gramos y 0.04 gramos respectivamente, en floración para las variables de **longitud de guía y ancho de hoja** el origen de Chihuahua fue el más alto con 81.7 cm y 6.5 cm, para **altura de cobertura vegetal** el más alto valor fue para

el origen de Nayarit con 43.2 cm. En **largo de hoja** el origen de Sinaloa fue el más alto con 8.6 cm y en **número de nudos** para todos los orígenes el resultado fue de 8 y 9 en promedio. En los caracteres cualitativos de las etapas de plántula, floración y llenado de vainas no hubo diferencias significativas. En madurez fisiológica el color predominante de las vainas se observó en dos niveles (amarillo y amarillo mas pigmento rojo), en Buenavista (UAAAN) el amarillo predominó con 73 % en los orígenes de Nayarit y Durango. En la localidad de Rancho Nuevo el origen de Durango junto con Sinaloa obtuvieron 67 y 63% de vainas amarillas. En distribución predominante de las vainas en la planta los resultados para ambas localidades fueron presentados en los niveles de baja, alta, uniforme y en la parte media de las plantas para la mayoría de los orígenes.

En la etapa de cosecha la variable **longitud de vainas** arrojó el más alto resultado para el origen de Nayarit con 10.4 cm, mientras que para **ancho de vainas** el origen Sinaloa fue el mejor con 10.1 mm; en la variable de **número de vainas por planta** el origen de Chihuahua obtuvo 33.9 y en cuanto a **número de semillas por vaina** el origen de Rancho Nuevo fue mejor con 5.7 semillas; En la variable perfil predominante de la vaina se presentaron dos grados de curvatura en todos los orígenes que fueron medianamente recto y curvado. En curvatura del ápice, se observaron vainas medianamente curvas y vainas curvas. En Invernadero también se registraron diferencias cuantitativas entre los orígenes y en el testigo (semilla original).

LITERATURA CITADA

- Boutherin, D. y G. Bron. 2005. Reproducción de las semillas hortícolas. Ediciones Omega. P. 13. Barcelona, España.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1986. Producción de semillas mejoradas para pequeños agricultores. Segunda Reunión. Programa de semillas. P. 23. Cali, Colombia.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1991. Descriptores para maíz. P. 1. México, D. F.
- COLPOCRAH (Colegio de Profesionales en Ciencias Agrícolas de Honduras) 2009. En línea: <http://www.colprocah.com/docsPDF/Secciones/ManejoSemillaFrijol.pdf>. Fecha de actualización, Febrero de 2009.
- Cuellar, R. E.; F. Ibarra, P.; J. Muñoz, R.; A. Castillo, R.; A. Pajarito, R.; M. Valdés, G. 2000a. Adopción y transferencia de tecnología del cultivo de frijol en Durango, México. XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Nota científica. P. 218. México, D. F.
- Cuellar, R. E.; A. Ramírez, A.; F. Ibarra, P. 2000b. Flor de Mayo, el frijol más preferido en la Ciudad de Durango, México. XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Nota científica. P. 222. México D. F.
- Delouche, J. C. 1982. Memorias de la reunión de trabajo sobre semilla mejorada para el pequeño agricultor. CIAT. P. 30. Cali, Colombia.
- Douglas, E. J. 1982. Programas de semillas. Guía de planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Pp. 43-44. Cali, Colombia.

- Duffus, C. y C. Slaughter. 1992. Las semillas y sus usos. AGT Editor. Primera edición. pp. 88-89. México, D.F.
- Espinoza, C. A. y M. R. Tadeo. 2004. variedades mejoradas disponibles y abastecimiento de semillas ante la nueva ley de semillas en México. pp.1-2. México, D.F.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1982. Semillas. Conferencia técnica fao/sida en mejoramiento de la producción de semillas. P. 406. Roma, Italia.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1995. Semilla de calidad declarada. Directrices Técnicas sobre Normas y Procedimientos. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal. Roma, Italia.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2002. El frijol en el mundo. En línea: <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/modelos/Cadenas/frijol/prodint.pdf>
- Flores, H. A. 2001. Introducción a la genotecnia vegetal. Universidad Autónoma Chapingo. Primera edición. P. 63. México, D. F.
- Flores, H. A. 2004. Introducción a la tecnología de las semillas. Universidad Autónoma Chapingo. Universidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Primera edición. pp. 13, 149. México, D.F.
- George, R. A. T. 1989. Producción de semillas de plantas hortícolas. Ediciones Mundi-Prensa. p. 200. Madrid, España.
- Gómez, A. O. y M. Minelli. 1990. La producción de semillas. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). p. 36. Managua, Nicaragua.
- Hernández, M. O. 2005. Producción de semilla certificada de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) con dos tecnologías y en dos ambientes en el Estado de Zacatecas. Tesis de Maestría. UAAAN. Pp. 1-3, 50-51. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Ibarra, P. F. J.; B. Cázares, E.; P. Fernández, H.; A. Castillo, R.; R. Ochoa, M.; E. I. Cuellar, R.; R. Rosales, S.; J. Kelly.; J. A. Acosta, G. 2000. Variedades mejoradas de frijol para el altiplano semiárido de México. XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Nota científica. P. 217. México, D. F.

INFOAGRO. El cultivo de la judía, primera parte. En línea: <http://www.infoagro.com/hortalizas/judia.htm>. Fecha de actualización: Febrero de 2009.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2004. Variedades mejoradas de frijol del INIFAP. Libro técnico No. 6. Primera Edición. México D.F.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2006. Pinto Saltillo: Sistema de manejo para optimizar su rendimiento. Fundación Produce Durango A. C. Impresos de calidad. Desplegable Técnica No. 5. México, D. F.

Irastorza, M. H. 1991. Control de calidad en el campo, beneficio y almacenamiento de semillas. Programa continuado de capacitación de semillas, CIAT. P. 13. Cali, Colombia.

International Seed Testing Association (ISTA). 1993. International Rules for Seed Testing. Ed. 2003. Seed Sci Technol.

Labarta, D. M. 2008. Instituto Nacional de Semillas. La protección de variedades vegetales. p. 5. República de Argentina.

Márquez, S. F. 1993. Producción y genotecnia de plantas autógamas. Simposio Celebrado en el XII Congreso Mexicano de Fitogenética. Chapingo, México. AGT Editor. Primera edición. p. 126. México, D. F.

Martínez, L. E. 2006. Evaluación de un medidor de contenido de humedad en granos basado en el principio de capacitancia eléctrica. Simposio de Metrología. p. 1. México, D. F.

- Mendoza, O. L. E.; E. Favela.; P. Cano, R. y J. H. Esparza.1993. Situación actual de la producción, investigación y comercio de semillas en México. Memoria del tercer simposio mexicano sobre semillas agrícolas. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. (SOMEFI). Primera edición. P. 80. México, D. F.
- Molina, M. J., J. A. Estrada.; M. Livera.; y V. A. González. 1990. Análisis de la enseñanza, producción e investigación de semillas en México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. (SOMEFI). Primera edición. Pp. 56, 68. México, D. F.
- Moreno, M. E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas. Tercera edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.
- Muñoz, G. G. y J. Fernández. 1993. Descriptores varietales; arroz, frijol, maíz y sorgo. Pub. No. 177 CIAT. p. 168. Cali, Colombia.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 1985. Procesamiento de semillas de cereales y leguminosas de grano. Directrices técnicas. p. 7. Roma, Italia.
- Padrón, C. E. 1996. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Editorial Trillas. Primera edición. Pp. 34, 35, 59. México, D. F.
- Parsons, M. D. 1987. Manuales para educación agropecuaria, frijol y chícharo. SEP. Editorial trillas. p. 12. México, D. F.
- Pérez, G. F. y J. M. Laborde. 1994. Introducción a la Fisiología Vegetal. Ediciones Mundi-Prensa. p. 155. Madrid, España.
- Pérez, M. J.; F. Cerrato, R. y G. Espinosa, R. 1994. Diversidad genética y patología del frijol. Colegio de posgraduados en ciencias agrícolas. p. 1. México, D. F.
- Perfetti, C. J. J. 2000. Producción y comercio del frijol. Corporación Colombia Internacional. En línea: http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005113154613_perfilfrijol8.pdf.

- Perry, A. D. 1988. El concepto de vigor de la semilla y su relación con respecto a las técnicas de producción de semilla. Producción moderna de semillas. Editorial hemisferio sur. Tomo II. Escuela de Agricultura, Universidad de Nottingham.
- Rincón, S. F.; R. Torres, N. A. y S. Castrillón, V. M. 1999. Semillas Transgénicas. X Curso de Actualización en Tecnología de Semillas CCDTS-UAAAN. Pp. 1, 67. México, D. F.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 1983. Guía técnica para la descripción varietal en cultivos de arroz, frijol, maíz y sorgo. pp. 49-50, 62-63. México, D.F.
- Sánchez, V. I. 2001. INIFAP. Fundación Produce Coahuila A.C. Pinto saltillo: nueva variedad de frijol para el Sureste del Estado de Coahuila. Tríptico de información. Desplegable Técnica No. 8. México, D. F.
- Sandoval, G. E. M.; R. Moreno.; P. Orozco y S. T. Dieguez. 2007. Determinación de la digestibilidad del almidón y proteína, almidón resistente de proteína en frijol variedad "Pinto de Saltillo. IX Congreso de Ciencia de los Alimentos y V Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos. p. 546. México D. F.
- SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera). 2005. Situación actual y perspectivas del frijol en México 2000 – 2005. p. 11. México, D. F.
- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas).1975. Normas para la certificación de semillas. Secretaria de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Agricultura. pp. 5,19. México D.F.
- SNICS (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas). 2008. Certificación de semillas. En línea: http://www.sagarpa.gob.mx/snics/Certificacion_de_semillas.htm.
- Steel, G. D. R. y J. H. Torrie. 1986. Bioestadística: principios y procedimientos. Segunda edición. Pp. 167, 371. México, D. F.

UPOV. (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). La protección de variedades vegetales. En línea: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/inase/pdf/variedades/Upov.pdf>. Fecha de actualización: Septiembre de 2008.

Verdugo, B. V. D. 2005. Clasificación por tamaños de semilla certificada de frijol (*Phaseolus vulgaris*) como factor de influencia en la siembra y comercialización. Tesis de Maestría. UAAAN. Pp. 1-2. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Waugh, R. K. 1986. Semilla mejorada para el pequeño agricultor. Segunda Reunión. Programa de semillas. CIAT. P. 22. Cali, Colombia.