

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE PARASITOLGÍA



La Generación De Biometría Del Frijol (*Phaseolus vulgaris*) Utilizando Las Tics.

POR:

JULIO MUNDO BRITO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Torreón, Coahuila, México

Enero 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

La Generación De Biometría Del Frijol (*Phaseolus vulgaris*) Utilizando Las Tics.

POR:

JULIO MUNDO BRITO

TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA POR:

M.C. RAFAEL ÁVILA CISNEROS
PRESIDENTE

DR. JUAN LEONARDO ROCHA VALDEZ
VOCAL

DR. ALFREDO OGAZ
VOCAL

DR. ANSELMO GONZALEZ TORRES
VOCAL SUPLENTE

M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Torreón, Coahuila, México

Enero 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

La Generación De Biometría Del Frijol (*Phaseolus vulgaris*) Utilizando Las
Tics.

POR:

JULIO MUNDO BRITO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA POR EL COMITÉ DE ASESORÍA:


M.C. RAFAEL ÁVILA CISNEROS
ASESOR PRINCIPAL INTERNO


DR. JUAN LEONARDO ROCHA VALDEZ
COASESOR


DR. ALFREDO OGAZ
COASESOR


DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES
COASESOR


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Torreón, Coahuila, México

Enero 2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios, Gracias por permitirme la oportunidad de vivir y darme los padres que tengo, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi camino, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante mis estudios y en la vida.

A Mis Padres, José Inocente Mundo Olea y Blanca Yanet Brito Cruz por haberme dado la vida y su apoyo incondicional para obtener un logro tan grande como es el convertirme en un profesionalista, el mejor regalo que me pudieron haber dado.

A Mis Hermanos, Wendy, Aurelio y José por ser parte de mi familia y darme su ayuda incondicional.

A Yaris Morales, por estar a mi lado en momentos difíciles y darme su apoyo incondicionalmente, por ser una persona en la que puedo confiar y por estar siempre a mi lado cuando más la necesitaba, gracias.

A Mi Alma Terra Mater, por haberme dado la oportunidad de realizar mi carrera, por ser una casa más durante mi etapa estudiantil y darme las bases para lograr ser un profesionalista, haciéndome sentir privilegiado de formar parte de esta institución.

Al MC. Rafael Ávila Cisneros, por su apoyo incondicional en la elaboración de mi proyecto final y su preciada amistad que mantuvimos durante el proceso de la investigación y a lo largo de la carrera. Por compartir sus conocimientos y experiencias conmigo.

DEDICATORIAS

A Mis Padres, José Inocente Mundo Olea y Blanca Yaneth Brito Cruz, por su confianza y el apoyo que me brindaron todo este tiempo, con mucho cariño para ustedes a quienes quiero con todo mi corazón, por ser artífices en la culminación de mis estudios quienes con sus consejos y sabiduría me dieron impulso de salir adelante, gracias por tenerme paciencia en todos mis errores. Gracias.

A Mis Hermanos, Aurelio, José y Wendy, a quienes quiero mucho. Por los consejos que me brindaron y me sirven en mi formación personal, gracias por comprenderme y hacerme ver que con esto puedo salir adelante y ser una persona de bien, gracias por sus consejos que me daban cuando lo necesitaba y desearme lo mejor.

A Mi Novia, Yarisbeth Morales Epifar, una persona a quien quiero mucho y por darme su ayuda incondicional en cualquier momento. Gracias por tu amor, por cómo eres, por ser la mujer con los mejores sentimientos que he conocido, por presionarme a terminar mis actividades y formar parte de esto también. Gracias Amor.

A Mis Abuelos, J. Inocente Mundo Alvarado e Imelda Olea Aguilar, por ser mis segundos padres y estar ahí cuando los necesitaba. Por darme su bendición y creer en mi cuando partía de casa a una nueva experiencia fuera de casa. Gracias por su cariño que me brindan.

A Toda Mi Familia, gracias a todos por sus consejos, toda su ayuda y su apoyo para poder culminar mi carrera, mil gracias a todos los que estuvieron y siguen estando conmigo.

RESUMEN

El trabajo investigativo que a continuación se presenta se realizó en el ciclo primavera-verano del 2017 en el campo experimental San Antonio de los Bravos de la UAAAN-UL, en Torreón Coahuila México. Bajo un diseño experimental de bloques al azar, estableciendo 3 tratamientos de variedades de frijol *Phaseolus vulgaris*: pinto saltillo, pinto coloso y como testigo pinto criollo; con 3 repeticiones cada uno para un arreglo de 9 parcelas de $3 \times 2.5\text{m}^2 = 7.5 \text{ m}^2$. Para realizar la generación de funciones cuadráticas y lineales, para el cálculo de medidas de tendencia central se utilizó el Microsoft Excel 2010 y para el ANOVA se utilizó el software de Olivares de la UANL v.2012. Se tomaron 4 variables a estudiar estas fueron: altura de planta tomando de referencia la función cuadrática la de mayor altura fue para pinto saltillo con promedio de 50 cm, área foliar/ m^2 que presento diferencia significativa para pinto criollo resultó con 0.04874 m^2 , número de vainas para pinto criollo de 47 vainas y la producción de grano en gramos no hubo diferencia estadística significativa; para esta última variable se utilizaron 20 plantas al azar de cada bloque. De esta forma se comprueba en el análisis estadístico aplicado que si se encontró diferencia significativa parcial y la hipótesis planteada se acepta de manera parcial.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, ANOVA, variables y diferencia significativa.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- OBJETIVOS.....	2
1.2.-HIPOTESIS.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.- IMPORTANCIA DEL FRIJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	3
2.2.- CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL FRIJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	5
2.3.- VALOR NUTRITIVO DEL FRIJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	7
2.4.- PRODUCCION MUNDIAL DE FRIJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	8
2.5.- PRODUCCION NACIONAL DEL FRIJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	10
2.6.- PRODUCCION DE FRIJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i>) EN LA COMARCA LAGUNERA DE COAHUILA Y DURANGO.....	10
2.7.- MODELACION MATEMÁTICA EN CULTIVOS AGRÍCOLAS.....	12
2.7.1 VENTAJAS DE LA MODELACIÓN MATEMÁTICA EN LA AGRICULTURA.....	13
2.7.2 DESVENTAJAS DE LA MODELACIÓN MATEMÁTICA EN LA AGRICULTURA.....	13
2.8.- EXPERIENCIA DE LA MODELACIÓN MATEMÁTICA EN EL FRIJOL.....	14
2.9.- CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS Y GENOTÍPICAS DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO SALTILLO Y LA VARIEDAD PINTO COLOSO.....	14
2.9.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL FRIJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	17
2.9.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL FRIJOL (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	17
III. MATERIALES Y METODOS.....	20
3.1.- Ubicación geográfica del trabajo experimental.....	20
3.2.- Localización del experimento.....	20
3.3.- Material vegetativo.....	20

3.4.- Preparación del suelo	20
3.5.- Siembra.....	21
3.6.- Labores culturales	21
3.6.1 Escardado	21
3.6.2 Deshierbe	21
3.7.- Riego.....	21
3.8.- Fertilización.....	21
3.9.- Aplicación de insecticidas	22
3.10.- Cosecha.....	22
3.11.- Variables evaluadas	22
3.12.- Altura de planta.....	22
3.13.- Número de vainas	22
3.14.- Generación del área foliar	23
3.15.- Generación del peso de grano seco	23
3.16.- Procedimiento y Diseño Experimental	23
IV. RESULTADOS.....	24
4.1.- ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LAS 3 VARIEDADES DE FRIJOL.	24
4.2.- ESTADÍSTICA INDUCTIVA O INFERENCIA ESTADÍSTICA PARA LAS 3 VARIEDADES DE FRIJOL.	33
V. DISCUSIONES.....	44
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. BIBLIOGRAFÍA	46

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA No. 1. ARREGLO EN EL DISEÑO EXPERIMENTAL.	24
TABLA No. 2: VARIABLES BIOMÉTRICAS PARA LA VARIEDAD PINTO SALTILLO.	25
TABLA No. 3. TABLA DE FRECUENCIAS DE LOS EJOTES CON RELACION A LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO SALTILLO.	25
TABLA No. 4. TABLA DE FRECUENCIAS DE LAS FLORES CON RELACION A LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO SALTILLO.	26
TABLA No. 5: VARIABLES BIOMÉTRICAS PARA VARIEDAD PINTO COLOSO.	27
TABLA No. 6. TABLA DE FRECUENCIAS DE LOS EJOTES CON RELACION A LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO COLOSO.	28
TABLA No. 7. TABLA DE FRECUENCIAS DE LAS FLORES CON RELACION A LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO COLOSO.	29
TABLA No. 8. VARIABLES BIOMÉTRICAS PARA LA VARIEDAD PINTO CRIOLLO.	30
TABLA No. 9. TABLA DE FRECUENCIA DEL NUMERO DE EJOTES POR PLANTA DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO CRIOLLO.	30
TABLA No. 10. TABLA DE FRECUENCIAS DE FLORES CON RESPECTO AL NUMERO DE PLANTAS DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO CRIOLLO.	31
TABLA No. 11. NÚMERO DE EDUCANDOS PARTICIPANTES EN LA INVESTIGACION.	32
TABLA No. 12: NUMERO DE VAINAS.	39
TABLA No.13: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL NO DE VAINAS.	39
TABLA No. 14: COMPARACIÓN DE MEDIAS EN NO DE VAINAS POR LA PRUEBA TUKEY:	40
TABLA No. 15: ÁREA FOLIAR/M ²	40
TABLA No.16:ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA ÁREA FOLIAR EN M ²	41
TABLA No. 17: COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA ÁREA FOLIAR EN M ²	41
TABLA No. 18: PESO DE GRANO EN GRAMOS.	42
TABLA No. 19: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANO EN GRAMOS.	42

TABLA No. 20: MEDIAS OBTENIDAS PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANO EN GRAMOS. 43

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Pág.

GRÁFICA No.1. GRÁFICA QUE REPRESENTA EN PORCENTAJE LA VARIEDAD PINTO SALTILLO EN NÚMERO DE EJOTES.	26
GRÁFICA No. 2. MUESTRA LA VARIEDAD PINTO SALTILLO EN NUMERO DE FLORES.	27
GRÁFICA No. 3. REPRESENTACIÓN EN PORCENTAJE PARA LA VARIEDAD PINTO COLOSO EN NÚMERO DE EJOTES.	28
GRÁFICA No. 4. PORCENTAJES DE LA VARIEDAD PINTO COLOSO EN NÚMERO DE FLORES.	29
GRÁFICA No. 5. GRAFICA DE FRECUENCIAS DE NUMERO DE EJOTES POR PLANTA DE LA VARIEDAD DE FRJOL PINTO CRIOLLO.	31
GRÁFICA No. 6. GRAFICA PORCENTUAL. DE FLORES POR PLANTA.	32
GRÁFICA No. 7: FUNCIÓN LINEAL PARA LA VARIEDAD PINTO SALTILLO.	34
GRÁFICA No. 8: F. CUADRÁTICA PARA P. SALTILLO (X= DÍAS; Y= ALTURA CM)	35
GRÁFICA No. 9. MUESTRA FUNCION LINEAL PARA PINTO CRIOLLO.	36
GRÁFICA No. 10. FUNCION CUADRATICA PARA PINTO CRIOLLO.	36
GRÁFICA No. 11. FUNCION LINEAL PARA PINTO COLOSO.	37
GRÁFICA No. 12. FUNCION CUADRATICA PARA PINTO COLOSO.	38

I. INTRODUCCIÓN

En el grupo de las leguminosas comestibles, el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las más importantes debido a su distribución en los cinco continentes, por ser complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia. El frijol ha sido un elemento tradicionalmente importante en América latina y en general en una gran cantidad de países en vías de desarrollo en los cuales se cultiva, ya que constituye una fuente principal de carbohidratos, proteínas y aminoácidos esenciales.

El presente trabajo tiene como finalidad desarrollar habilidades en el uso de programas para crear una modelación matemática para estudiar variables en el desarrollo del cultivo de frijol y poder validar si existen diferencias significativas de las variables o no existen. Se estudiaron variedades como son el pinto saltillo, el pinto coloso y como testigo el pinto criollo; y las variables consideradas para evaluar fueron altura de planta, número de vainas, generación de área foliar y generación del peso de grano. Y así mismo determinar con los programas de las tecnologías cual variedad tiene el mejor comportamiento.

Así, mismo hacer referencia a métodos estadísticos y matemáticos que se aplican al análisis de datos provenientes de las ciencias biológicas, para ello se emplea la biometría que son métodos para analizar algoritmos de cálculo y datos descriptivos para análisis de procesos matemáticos y generar por medio de estos un análisis de varianza y posteriormente gráficas para cada variable estudiada. Estas son desarrollo de tallo, área foliar de la planta, contabilización de ejotes y producción de grano, en parcelas demostrativas de frijol de las variedades pinto saltillo y pinto coloso.

1.1.- OBJETIVOS

Objetivo General: Desarrollar en el alumno la capacidad de uso y creación de software en el análisis de crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*); y con ello lograr mejores mediciones de sus características físicas.

Objetivo específico 1: Implementar parcelas demostrativas de frijol de la variedad pinto saltillo y pinto coloso con la finalidad de familiarizar al educando con el proceso productivo e investigativo.

Objetivo específico 2: Generar mediciones de desarrollo de tallo, hojas, peso de la planta en diferentes etapas, contabilización de ejotes; y producción de granos con la finalidad de procesar esa información por medio de software libre y/o de costo para lograr una mejor interpretación del comportamiento biológico de la planta de frijol.

1.2.-HIPOTESIS

Hipótesis 1: Las herramientas informáticas logran un mejor entendimiento entre los procesos abstractos de las matemáticas y la aplicabilidad de las mismas a fenómenos biológicos agrícolas.

Hipótesis 2: Hay diferencia significativa en la producción de grano entre las variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) pinto saltillo y pinto coloso.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- IMPORTANCIA DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)

En la actualidad el frijol, a nivel internacional resulta ser un producto de menor significación en cuanto a volumen, su importancia trasciende como fuente de alimento y sustituto de otros nutrimentos en la sociedad, sobre todo en países donde el ingreso per cápita limita la adquisición de bienes de alto valor proteico pero de mayor valor económico. La producción de frijol en el mundo se concentra en 129 países de los cinco continentes (Reyes, *et al*, 2008).

Entre 1961–2007 se produjo en promedio poco menos de 15 millones de toneladas al año, lo que constituye una tasa media de crecimiento anual (tmca) de 1.16% durante dicho lapso. Entre los países productores de la leguminosa destacan por orden de importancia India con 18.49%, Brasil con 16.55%, China con 11.47%, Estados Unidos con 6.84%, y México en quinto lugar con un 6.80%. Así mismo se cree que el mayor consumo de frijol en el mundo se manifiesta en regiones con estándares de vida bajos, principalmente en naciones en vías de desarrollo, dado los niveles de aceptación y uso que de este producto se hace en América Latina, Asia y África (Reyes, *et al*, 2008).

El frijol es definido en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable como un producto básico y estratégico para el país, sembrándose en todas las regiones agrícolas. En relación con la superficie sembrada, es el segundo cultivo más importante, con un promedio de 1.56 millones de hectáreas cosechadas, una producción de 1.08 millones de toneladas y un valor de 13.78 miles de millones de pesos, para 2010 (Flores, M. 2015).

En México y América del Sur, el frijol se domesticó de manera independiente hace aproximadamente 8,000 años. Se tienen registros de semillas cultivadas de *Phaseolus vulgaris* de 3,000 años de antigüedad. El frijol por su alto contenido proteico (20-25%) es, entre las leguminosas, el tercer cultivo más importante en el mundo, después de la soya y el cacahuate. Como la mayoría de las leguminosas, sus proteínas son deficientes en aminoácidos azufrados como la metionina y la

cisteína, sin embargo, una ingesta regular de frijol favorece en la disminución de los niveles de colesterol y reduce los riesgos de padecer cáncer. Particularmente en México, el frijol es la leguminosa de mayor consumo humano y representa el 36% de la ingesta diaria de proteínas (Flores, M. 2015).

En México, el frijol (*Phaseolus vulgaris*) ocupa el segundo lugar en superficie cultivada y el sexto en valor de la producción, y es base de la alimentación y fuente nutricional de la población mexicana. La producción de este cultivo se ve afectada por la sequía, la cual va en incremento en intensidad y frecuencia. Aproximadamente el 85% de la superficie sembrada se cultiva en condiciones de temporal, la cual está sujeta a periodos frecuentes de sequía (Pedroza, S. *et al*, 2016).

Según la FAO (2008), de los trece países de mayor consumo de la leguminosa en el mundo, nueve de ellos se encuentran en América Latina; Nicaragua, Brasil, México, Paraguay, Belice, Costa Rica, Guatemala y Honduras, lo que confirma la relación entre los niveles de consumo y los ingresos per cápita de países menos y más desarrollados.

A nivel nacional existen alrededor de 50 variedades de frijol, clasificadas en función del tamaño y color del grano, hábitos de crecimiento y condiciones climatológicas en que se desarrollan (INEGI, 1997).

Éste cultivo tiene una importancia en varios sectores, entre los que se destacan: Agrícola, ya que los rastrojos secos favorecen a la formación de abonos orgánicos, que cumple un papel biofertilizante, en diferentes tipos de suelo; Agropecuario, en donde las vainas, tallos y hojas verdes, contribuyen a la formación de forrajes usados como alimento para el ganado; Alimenticio ya que es una alta fuente de proteínas, vitaminas, minerales y fibra dietética; Económico, ya que es un rubro muy dinámico para el sector de exportaciones, además su cultivo representa una alternativa de producción, constituyéndose en una importante fuente de mano de obra y de ingresos económicos para familias del sector rural (Alvarado S. *et al*, 2003).

2.2.- CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)

La caracterización agronómica consistió en una evaluación del material vegetal, teniendo presente tanto variables cualitativas como cuantitativas. Se valoraron tres plantas tomadas al azar en cada parcela experimental. Algunos de los descriptores no fueron usados porque no presentaban variabilidad. Se evaluaron caracteres cualitativos (binarios y categóricos) durante los estados fenológicos de plántula, floración, madurez fisiológica y cosecha (Juan M, *et al*, 2006).

La duración del ciclo biológico es importante para determinar la variación, así como por su asociación con los daños ocasionados por plagas y enfermedades; en este estudio las variedades de ciclo corto presentaron menor daño por estos factores debido a que cuando éstas se presentaron, tales poblaciones estaban en madurez fisiológica (Rocando, R. M. *et al*, 2006).

En el frijol las épocas de siembra son de importancia porque en cada zona la temperatura y la humedad son diferentes y la temporada de lluvias no principia en todas al mismo tiempo, según la zona y la variedad que se utilice. El frijol se siembra entre el 15 de mayo y el 15 de junio y en regiones semitropicales se siembra en junio. El frijol prospera en suelos fértiles, ligeros y bien drenados, como son areno-arcillosos. Una vez elegido el terreno, se debe hacer a tiempo el barbecho, la cruz y el rastreo, usando los implementos que se utilizan en la región. Esta tiene por objeto formar una cama para la siembra y asegurar el nacimiento de la semilla (Robles, 1976).

Selección del terreno

La plantas de frijol es muy susceptible a condiciones extremas; exceso o falta de humedad, por lo tanto debe sembrarse en suelos de textura ligera y bien drenados. El pH óptimo para sembrar frijol fluctúa entre 6.5 y 7.5. Dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos B del suelo presentan su máxima disponibilidad; no obstante, se comporta bien en suelos que tienen un pH entre 4.5 y 5.5 (Secretaría de Recursos Naturales 1993).

Preparación del Suelo

En Siembras en Sistema de Monocultivo (fríjol solo). En este sistema de siembra se recomienda las prácticas siguientes:

- a) La aradura debe ejecutarse de 20 a 30 centímetros de profundidad, con arado de disco o vertedera.
- b) Posteriormente se recomienda efectuar uno o dos pases de rastra con el fin de romper o deshacer los terrones que pudieron haberse formado durante la aradura del suelo. (Secretaría de Recursos Naturales 1993).

Densidad de siembra. Para la producción de semilla se requiere una densidad de plantas menor a la que normalmente se usa. Una población de hasta 150,000 plantas por hectárea permite mantener una buena ventilación, mejor control en la eliminación de plantas atípicas, menor competencia por nutrientes y agua y un mejor control de enfermedades (Secretaría de Recursos Naturales 1993).

Su ciclo de vida o fisiología vegetal pasa varias etapas, aunque principalmente se divide en 2 fases:

Fase vegetativa, que comprende la germinación de la semilla y el desarrollo de las partes vegetativas de la planta.

Fase reproductiva, que empieza con la formación de los gametos, la floración y la polinización y la fecundación.

La dirección que toma la planta depende mucho de condiciones ambientales, como temperatura, luz, aireación, humedad y nutrición. Estos fenómenos naturales se conocen como fotoperiodismo y termo periodismo, que son las respuestas a estímulos de luz y temperatura.

Germinación; al absorber el agua en presencia de temperatura, aire y luz adecuadas, el embrión de la semilla empieza a producir hormonas y enzimas. Estas inician los procesos de digestión, transporte y respiración, liberando la energía almacenada en el endospermo. Con la presión interna creada por la

absorción del agua y el crecimiento del embrión, se rompe la cobertura de la semilla. El grano pasa así de la vida latente a la vida activa (Kirchner, 1990).

2.3.- VALOR NUTRITIVO DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)

Las propiedades nutritivas que posee el frijol están relacionadas con su alto contenido proteico y en menor medida a su aportación de carbohidratos, vitaminas y minerales. Dependiendo del tipo de frijol, el contenido de proteínas varía del 14 al 33%, siendo rico en aminoácidos como la lisina (6.4 a 7.6 g/100 g de proteína) y la fenilalanina más tirosina (5.3 a 8.2 g/100 g de proteína), pero con deficiencias en los aminoácidos azufrados de metionina y cisteína (García M. E. *et al*, 2009).

Sin embargo, de acuerdo a evaluaciones de tipo biológico, la calidad de la proteína del frijol cocido puede llegar a ser de hasta el 70% comparada con una proteína testigo de origen animal a la que se le asigna el 100%.

En relación a la aportación de carbohidratos, 100 g de frijol crudo aportan de 52 a 76 g dependiendo de la variedad, cuya fracción más importante la constituye el almidón. El almidón representa la principal fracción que energiza en este tipo de alimentos, a pesar de que durante su cocinado, una parte de la mismo queda indisponible dado que se transforma en el denominado almidón resistente a la digestión.

Dentro de los macronutrientes del frijol, la fracción correspondiente a los lípidos es la más pequeña (1.5 a 6.2 g/100 g), constituida por una mezcla de acilglicéridos cuyos ácidos grasos predominantes son los mono y poliinsaturados. El frijol también es buena fuente de fibra cuyo valor varía de 14-19 g/100 g del alimento crudo, del cual hasta la mitad puede ser de la forma soluble.

Los principales componentes químicos de la fibra en el frijol son las pectinas, pentosanos, hemicelulosa, celulosa y lignina (Ulloa, *et al*. 2011).

Ha sido, junto con el maíz, el alimento básico de México y, además de su importante contenido de carbohidratos y minerales, se considera la principal fuente de proteínas vegetales en la dieta. Su papel es aún más significativo para las

clases de menores recursos que, al no tener acceso a proteínas de origen animal, hallan en el frijol esos nutrimentos esenciales (Muños Saldaña, R. 2010).

Por otra parte, el valor nutrimental de esta leguminosa está determinado en gran medida por el contenido de proteína y su digestibilidad, pues este grano es una de las principales fuentes de este nutrimento para la población de escasos recursos; de ahí que constituya un alimento básico en la dieta de los latinoamericanos en general. Los frijoles además de ser fuente de proteínas, son fuente de hierro, potasio, magnesio, zinc, fibra, almidones, ácido fólico y tiamina (5, 6), que aparecen en cantidades significativas, lo que unido al hecho de ser una gran fuente de proteínas, le permite ser utilizado como alternativa en sustitución de carnes y otros productos proteicos (Mederos, Y. 2006).

El frijol común (*Phaseolus vulgaris*) es una especie muy importante, debido a su gran composición nutricional y representa la principal fuente de proteínas (20 al 40 %) de bajo costo en la dieta del hombre (8), lo que contribuye positivamente en la importancia que tiene. Para efectuar la determinación del contenido de proteínas en granos de frijol, se obtiene el contenido de nitrógeno por el método del micro Kjeldahl (15), y con este valor se realiza la conversión de nitrógeno a proteína, multiplicando el contenido de nitrógeno por el factor 6.25. De esta forma, queda calculado el contenido de la proteína en el grano de frijol (Mederos, Y. 2006).

Los carbohidratos constituyen la fracción principal en los granos de las leguminosas, del 55 al 65 % del peso seco en promedio. De ellos, el almidón y otros polisacáridos (fibra dietética) son los principales constituyentes, con cantidades pequeñas pero significativas de oligosacáridos (Mederos, Y. 2006).

2.4.- PRODUCCION MUNDIAL DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)

A nivel mundial, nuestro país se encuentra entre los seis principales productores de frijol, conjuntamente con la India, Brasil, China, Estados Unidos de América y Myanmar, países que en conjunto aportan el 64 por ciento de la producción mundial. En la década de referencia, México contribuyó con el 7 por ciento promedio anual de la superficie cultivada³ (1.9 millones de hectáreas), y con el 7

por ciento de producción promedio anual (1.2 millones de toneladas). La superficie cosechada, el rendimiento y la producción mundial de frijol manifiestan una variación positiva de crecimiento durante la década de estudio. La producción creció más (1 por ciento anual) que la superficie cosechada mundial (0.6 por ciento), de lo que se desprende que el crecimiento de la primera variable se debe más a incrementos en los rendimientos (0.73 por ciento) que a los registrados en la superficie. Los seis principales países productores de frijol en el mundo son: Brasil, India, China, Myanmar, México y Estados Unidos de América, en ese orden. (Jorge, A. 2003)

La producción mundial de frijol creció una tasa promedio anual de 0.8 por ciento entre 2003 y 2013, para ubicarse en 22.8 millones de toneladas. Esta tendencia de la leguminosa se deriva de un crecimiento promedio anual de 0.2 por ciento en la superficie cosechada y de 0.6 por ciento en el rendimiento. En siete países se concentró el 64.8 por ciento de la producción mundial de frijol en 2013; Myanmar 16.2 por ciento, India 15.9 por ciento, Brasil 12.7 por ciento, México 5.7 por ciento, Estados Unidos 7.9 por ciento y China de 4.5 por ciento. El frijol es un componente básico en la dieta del alrededor de 300 millones de personas, la mayoría de ellas habitantes de países en desarrollo, con un consumo global de aproximadamente 17 millones de toneladas (FIRA, 2015).

El crecimiento de la producción mundial de frijol se ha mantenido a una tasa media de crecimiento anual de 2.8% para el periodo de 2000-2010. En 2010, la producción mundial de frijol se ubicó en 23.2 millones de toneladas. El desempeño anual, por su parte, presenta otros matices. Desde el año 2000 hasta 2003, la producción de frijol se había mantenido a un buen ritmo de crecimiento hasta alcanzar las 21 millones de toneladas. El rendimiento promedio mundial durante 2000-2009 de frijol se situó en 1.27 toneladas por hectárea (ton/ha). De los principales países productores del mundo, sólo Estados Unidos y China obtuvieron un rendimiento superior de 1.86 y 1.53 toneladas por hectárea, respectivamente. (Secretaría de Economía, 2012)

2.5.- PRODUCCION NACIONAL DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)

En México la producción promedio anual de frijol es de 1.2 millones de toneladas en 1.9 millones de hectáreas, sumando la superficie de riego y temporal. En el Altiplano Semiárido de México, que comprende los estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro, se siembran aproximadamente 1.3 millones de hectáreas de frijol de temporal, en su mayoría bajo condiciones de escasa y errática precipitación, suelos pobres en materia orgánica, de baja fertilidad y poca capacidad para retener humedad. Los rendimientos en temporal varían entre 300 y 745 kilogramos por hectárea. Este último rendimiento es obtenido en Chihuahua, aunque es alcanzable en otras áreas del Altiplano Semiárido de México (Esteban, et al, 2016).

En México el frijol es considerado un producto tradicional estratégico para el desarrollo rural del país. México se ubica entre los primeros seis países con el mayor consumo de frijol en el mundo, apenas superado por Burundi, Ruanda, Nicaragua, Brasil y Uganda, quienes consumen 20.8, 11.5, 7.3, 6.9 y 6.3 veces más que el promedio mundial (2.6 K/habitante/año) (Reyes, et al, 2008).

En México, el grano de frijol por su alto contenido de proteína es básico para la alimentación de su población; ocupa el segundo lugar en importancia nacional después del maíz. La producción de las leguminosas, principalmente el frijol ha disminuido una tasa de 3.2%, con respecto a un crecimiento de población más rápido que la producción (Dora, Ma, 2010).

2.6.- PRODUCCION DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) EN LA COMARCA LAGUNERA DE COAHUILA Y DURANGO

La Comarca Lagunera es un área de riego, cada vez con mayores problemas de agua por la baja captación del recurso hídrico en las presas almacenadoras y por la baja recarga del acuífero (CONAGUA, 2010); ambos procesos deficitarios por la baja precipitación pluvial registrada en las últimas décadas. Por ser un área históricamente de riego, actualmente no se dispone de material genético de frijol

que esté identificado por su nivel de tolerancia al estrés hídrico. Se dispone de variedades como los pintos (Pinto Americano, Pinto Laguna, Pinto San Luis, Pinto Saltillo y Pinto Villa) que son de ciclo corto o también llamados precoces (de 80 a 100 días), pero diseñados para condiciones de riego. (Pedroza, A. et al. 2016)

En la región sureste de Coahuila, el rendimiento medio obtenido en riego y temporal ha sido de 2,269 y 823 kg/ha, superando a la variedad criolla Flor de Mayo en 30 y 65%, en forma respectiva, lo cual evidencia que el rendimiento regional se puede mejorar significativamente al sembrar nuevas variedades. Es importante mencionar que con la adopción de esta nueva variedad en una tercera parte de la superficie total de siembra, el déficit de producción se podría reducir en 9.2% del total (Sánchez V. 2001).

En Durango los productores agrícolas demandan variedades de frijol pinto con grano tolerante al oscurecimiento acelerado de la testa y tamaño mayor en relación con Pinto Saltillo, la cual es la variedad más popular actualmente. En el INIFAP-Durango se generó la variedad Pinto Coloso (PT08036), con el método genealógico, a partir de la cruce entre Pinto Mestizo y Pinto Saltillo (Pinto Mestizo/Pinto Saltillo)-69-2-2. Esta variedad mostró rendimiento promedio de 1 715 kg ha y fluctuaciones entre 923 kg ha, hasta 2 645 kg ha.

En promedio Pinto Coloso, comparado con Pinto Saltillo, presentó mayor precocidad a floración (40 vs 45 días), madurez (81 vs 88 días) y tamaño del grano (39 vs 30).

En Durango la superficie promedio anual sembrada con frijol, entre 1997 y 2009, fue de 268 mil hectáreas, con una producción anual de grano de 121 mil toneladas. En ese periodo el rendimiento promedio obtenido en temporal fue de 530 kg ha⁻¹. En los últimos años disminuyó la superficie sembrada con frijol en Durango y se incrementó el rendimiento, de manera que en 2009 se tuvieron 225 mil hectáreas con una producción promedio de 119 mil toneladas y un rendimiento promedio de 680 kg ha⁻¹. Los principales tipos comerciales de grano de frijol producidos en Durango son: pinto, negro, canario (garbancillo) y Flor de Mayo.

Entre 2006 y 2009 se observó en Durango, la tendencia de los productores a especializarse en la producción de frijol pinto debido, al éxito comercial que tuvo la variedad Pinto Saltillo. Los agricultores consideran a Pinto Saltillo como una opción productiva, que les permitió incrementar sus ingresos económicos.

El programa de frijol del INIFAP-Durango generó la variedad Pinto Coloso, la cual ha mostrado rendimiento aceptable y grano de tamaño mayor al producido por Pinto Saltillo. También, presenta mayor precocidad a floración y madurez, lo cual le permite escapar a los efectos negativos del estrés ocasionado por deficiencias de humedad en el suelo.

El rendimiento promedio fue de 1 715 kg ha⁻¹ con una fluctuación entre 923 kg ha⁻¹ en el ambiente más crítico registrado en La Soledad, Municipio de Canatlán, Durango durante 2010, hasta 2 645 kg ha⁻¹ en el más favorable reportado en Durango, Durango. (Rosales, et al 2010).

2.7.- MODELACION MATEMÁTICA EN CULTIVOS AGRÍCOLAS

Relacionado con leguminosas; Pliego L.; et al (2003); en un estudio de fijación y acumulación de nitrógeno, crecimiento y acumulación de nitratos con diferentes dosis de Nitrógeno en frijol (*Phaseolus vulgaris*) utilizaron el programa statgraphics plus (STSC Inc. Rockville, Maryland USA) para realizar los análisis de varianza multifactorial, prueba de mínimas diferencias significativas entre las medias; todo esto basado en la información que se obtuvo en campo en el desarrollo del cultivo antes mencionado; y bajo un diseño completamente al azar. Sobre ése mismo cultivo; Sosa-Montes, E. et al (2000) generaron la ecuación general para medir la relación entre las variables: horas del día y el ángulo de inclinación de la hoja del frijol tanto para días soleados como para días nublados, que fueron $Y = -1.9x^2 + 49.5x - 185.2$; y $Y = 0.8x^2 + 20.6x - 34.88$ respectivamente.

Debemos tomar en cuenta que con los coeficientes de las ecuaciones generadas se puede obtener vértice(x,y), cruce en el eje de las abscisas(x), cruce en el eje de las ordenadas(y); y con ellos modelar de manera gráfica el comportamiento del fenómeno a estudiar. (Budnick, F.S. ,1998). Además es menester mencionar

que éste programa de investigación tiene como función principal la generación de tecnología para las zonas áridas y semiáridas de México y en Durango los productores agrícolas demandan variedades de frijol pinto de granos tolerantes al oscurecimiento acelerado de la testa y tamaño mayor en relación al pinto saltillo. En el instituto nacional de investigaciones agrícolas y pecuarias-Durango se ha generado la variedad pinto coloso (PT08036) por el método genealógico (Rosales, S.R.; et al, 2010) y generar tecnología informática para evaluar los comportamientos de las plantas es un compromiso del grupo de trabajo que realiza esta propuesta.

2.7.1 VENTAJAS DE LA MODELACIÓN MATEMÁTICA EN LA AGRICULTURA

Las principales ventajas que permite la utilización de este método es que tiene la veracidad y confiabilidad de arrojar datos precisos de las variables estudiadas, así mismo da la facilidad de procesar los datos de una forma más rápida. De esta forma se determina que se puede trabajar con modelos matemáticos aplicados a la agricultura de forma segura y rápida.

La modelación matemática está siendo fuertemente defendida, en los más diversos países, como método de enseñanza de los matemáticos en todos los niveles de escolaridad ya que permite al alumno no solamente aprender las matemáticas de manera aplicada a otras áreas del conocimiento, sino también a mejorar la capacidad de leer, interpretar, formular y solucionar situaciones problema (Salett- Biemrgut y Hein, 2004).

2.7.2 DESVENTAJAS DE LA MODELACIÓN MATEMÁTICA EN LA AGRICULTURA

Las desventajas para esta prueba pueden llegar a ser errores debido a una mala lectura de los datos obtenidos en campo y que no pueda existir una modelación matemática para funciones lineales, exponenciales o cuadráticas en cada caso respectivamente lo que se busque realizar, o bien una pérdida parcial o total de los datos obtenidos en campo.

Así como existen ventajas al usar modelos matemáticos; también hay desventajas que deben ser evaluadas antes de emprender la tarea de la formulación de un modelo. Se requiere la recolección de datos de una manera muy extensa para lograr grados de precisión. Se requiere de conocimientos previos para realizar y extender el modelo; y algunas veces es costoso tener accesos a sistemas de computación y programas complejos. Se requiere tiempo para lograr la precisión de los programas dependiendo del lenguaje de programación (Vidal H. J. C., 2005).

2.8.- EXPERIENCIA DE LA MODELACIÓN MATEMÁTICA EN EL FRIJOL

Me queda de experiencia el manejo y uso de modelos matemáticos usados para fines de la agricultura y saber que pueden ser de mucha utilidad si uno sabe cómo poner en práctica este tipo de pruebas, también la facilidad que otorga al arrojar datos y figuras precisos de lo que se realiza y poder plasmar en gráficos los resultados que se obtengan de campo.

2.9.- CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS Y GENOTÍPICAS DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO SALTILLO Y LA VARIEDAD PINTO COLOSO

Pinto Saltillo es una nueva variedad, obtenida en el Programa de Frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y fue liberada en el año 2001 por el Campo Experimental Saltillo del mismo Instituto.

Pinto Saltillo proviene de una cruce múltiple, donde intervinieron las variedades Hidalgo 77, MAM 30, Michoacán 91A, BAT 76, BAT 93 y G5653.

Esta variedad tiene rendimiento alto, tolerancia del grano al oscurecimiento acelerado y tiempo de cocción inferior a 45 minutos cuando se mide esta variable en vaso de vidrio con el método Mattson y cocido en parrilla eléctrica. Pinto Saltillo también muestra tolerancia a las enfermedades más importantes que se presentan en Durango como son: antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*) y tizón común (*Xanthomonas campestris* =*axonopodis* pv. *phaseoli*).

La variedad de frijol Pinto Saltillo produce grano atractivo para el consumidor, debido a la claridad en el color crema del fondo, de tamaño mediano con un intervalo de peso entre 30 y 34 g por cada 100 semillas. El grano de Pinto Saltillo es elíptico en su corte transversal y muestra una forma externa semi-arriñonada. Productores, comerciantes y consumidores muestran aceptación del grano de Pinto Saltillo debido a que se oscurece menos durante el almacenamiento, en comparación con otras variedades de tipo pinto y bayo. El tipo de crecimiento que la variedad Pinto Saltillo muestra es enredadera indeterminada, con guías cortas no trepadoras (SNICS, 2001) (Cuadro 2), que corresponde con el hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III) (CIAT, 1984). La altura del dosel de esta variedad es entre 38 y 44 cm y la longitud de la guía de 84 cm. La floración de Pinto Saltillo es entre 38 y 60 días después de la siembra y muestra un intervalo para alcanzar la madurez fisiológica entre 87 y 115 días. El período de floración y madurez es influenciado por las características del sitio de siembra. Pinto Saltillo es sensible al fotoperíodo y si se siembra en condiciones de riego cuando los días son largos y cálidos (Isaac, 2001).

El programa de frijol del INIFAP-Durango generó la variedad Pinto Coloso, la cual ha mostrado rendimiento aceptable y grano de tamaño mayor al producido por Pinto Saltillo. También, presenta mayor precocidad a floración y madurez, lo cual le permite escapar a los efectos negativos del estrés ocasionado por deficiencias de humedad en el suelo. En pruebas experimentales y siembras semi-comerciales, realizadas en Durango, Pinto Coloso ha mostrado tolerancia a la mayoría de las razas de antracnosis, roya y tizón común. Por esto, esta variedad se encuentra actualmente en proceso de validación con la finalidad establecer su área de adaptación, aceptación comercial y nivel de rendimiento en terrenos de productores.

Pinto Coloso se originó de la cruce simple entre Pinto Mestizo y Pinto Saltillo, realizada en el INIFAP-Durango. El objetivo de la cruce fue generar variedades superiores a Pinto Saltillo en calidad comercial, tolerancia similar al oscurecimiento de la testa y mayor tamaño de grano. La variedad Pinto Mestizo se utilizó como

fuelle de genes para incrementar el tamaño de la semilla, mientras que Pinto Saltillo se usó por su resistencia al oscurecimiento acelerado del grano, reducido tiempo de cocción y adaptación productiva en los sistemas de manejo agronómico utilizados en Durango.

Se realizaron selecciones individuales en Durango con base en calidad del grano, vigor de la planta, carga de vainas y tolerancia a enfermedades. Para seleccionar líneas de calidad comercial mayor, en relación con Pinto Saltillo, se obtuvieron plantas (F3) con grano de más de 40 g por 100 semillas.

Pinto Coloso tiene granos de tamaño mediano a grande con un promedio de 48 g 100 semillas⁻¹ y un intervalo de peso entre 30 y 48 g por cada 100 semillas. El grano de Pinto Coloso es elíptico, en su corte transversal, y muestra una forma externa elíptica-romboidal. El color de fondo en la testa es crema, pintas de color café y el hilio es amarillo-naranja. La variedad de frijol Pinto Coloso mostró rendimiento medio en la mayoría de las parcelas experimentales, demostrativas y comerciales que se establecieron en diferentes localidades del estado de Durango entre 2009 y 2010.

El tipo de crecimiento de la planta de Pinto Coloso es enredadera indeterminada, con guías cortas no trepadoras (SNICS, 2001), que corresponde con el hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III) (CIAT, 1984). La altura del dosel de esta variedad oscila entre 34 y 38 cm, y la longitud de la guía puede alcanzar 75 cm. La floración de Pinto Coloso se presenta entre 40 y 45 días después de la siembra y muestra un intervalo para alcanzar la madurez fisiológica entre 80 y 95 días. El periodo de floración y madurez es influenciado por las características del sitio de siembra, debido que Pinto Coloso es sensible al fotoperiodo.

El rendimiento promedio fue de 1 715 kg ha⁻¹ con una fluctuación entre 923 kg ha⁻¹ en el ambiente más crítico registrado en La Soledad, Municipio de Canatlán, Durango durante 2010, hasta 2 645 kg ha⁻¹ en el más favorable reportado en Durango, Durango (Rosales, *et al*, 2010).

2.9.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)

REINO: Vegetal.

SUB REINO: Phanerogamae.

DIVISION: Angiosperma.

CLASE: Dicotiledóneas.

SUB CLASE: Archychlamydeae.

ORDEN: Rosales.

FAMILIA: Leguminosae.

SUB FAMILIA: Faboideae.

TRIBU: Phaseoleae.

GENERO: *Phaseolus*.

ESPECIE: *Phaseolus vulgaris*.

El género *Phaseolus* incluye aproximadamente 35 especies, de las cuales cuatro se cultivan. Son ellas: *P. vulgaris* L.; *P. lunatus* L.; *P. coccineus* L., y *P. acutifolius*. (Arias, J. *et al.* 2007).

2.9.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)

Algunas características de la planta de frijol se consideran componentes importantes en el desarrollo de cultivares con plantas erectas, como: grosor y altura del hipocótilo, ángulo de inserción de las ramas y número reducido de ramas por planta, altura de inserción de la primera vaina y longitud de entrenudos.

Los caracteres morfológicos relacionados con arquitectura de planta erecta deben ser identificados en cada variedad porque son de herencia compleja, o bien que están ligados con un color o tamaño de grano determinado. (Salinas, R. *et al.*, 2008).

Los cambios morfológicos más notables ocurridos en la planta de frijol durante el proceso de domesticación, son: de raíz fibrosa fasciculada a fibrosa de diferentes tamaños; de tallo trepador con 20-30 nudos a arbustivo con 5-12 nudos; de entrenudos largos de 10-20 cm a cortos de 2-5 cm; de folíolos pequeños o intermedios a folíolos pequeños a grandes; de inflorescencia lateral a terminal, en los frijoles de hábito determinado; de vainas fuertemente dehiscentes de 6-8 cm de longitud y 5-8 óvulos, a dehiscentes o indehiscentes, de 4-30 cm y 2-9 óvulos; de semillas pequeñas de 6-14 g en 100 semillas, a pequeñas a grandes de 20-100 g en 100 semillas.

La semilla de las formas silvestres presenta latencia debido a la impermeabilidad temporal de la testa de la semilla, que impide la penetración del agua; en cambio, las semillas de las formas cultivadas germinan pronto después de entrar en contacto con suficiente humedad. Adicionalmente, las formas silvestres reaccionan al fotoperiodo y florecen solamente en fotoperiodos cortos (1012 h), mientras que los materiales domesticados pertenecientes a las razas Mesoamérica y Nueva Granada, son insensibles a la duración del día.

La planta del frijol domesticado es anual, herbácea, de hábito arbustivo para siembras en unicultivo o trepador para siembras generalmente asociadas con maíz (*Zea mays* L.). El ciclo biológico puede variar desde 85 a 270 d, en función del hábito de crecimiento, del clima de la región y de la época de siembra. Aunque se cultiva desde Argentina hasta Canadá y desde el nivel del mar hasta los 3200 m de altura, es una planta termófila susceptible a heladas (Lápiz, *et al.* 2010).

La raíz: En la primera etapa de desarrollo, el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. A los pocos días de la emergencia de la radícula, es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales, además, se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. La raíz principal se

puede distinguir entonces por su diámetro y mayor longitud. En general, el sistema radical es superficial, ya que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 centímetros de profundidad del suelo.

El tallo: el tallo puede ser identificado como el eje central de la planta, el cual está formado por la sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristemo apical del embrión de la semilla. El tallo tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas, y puede ser erecto, semi postrado y postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad.

Hojas: Las hojas del frijol son de dos tipos, simples y compuestas, y están insertadas en los nudos del tallo y las ramas. Las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo, se forman en la semilla durante la embriogénesis, y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Las hojas compuestas trifoliadas son las hojas típicas del frijol, tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis. En la inserción de las hojas trifoliadas hay un par de estípulas de forma triangular que siempre son visibles. Inflorescencia: Las inflorescencias pueden ser terminales o axilares. Desde el punto de vista botánico, se consideran como racimos de racimos, es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de tres yemas (tríada floral) que se encuentra en las axilas formadas por las brácteas primarias y el raquis. En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales. Flor: La flor del frijol es una típica flor papilionácea. En el proceso de desarrollo de dicha flor se pueden distinguir dos estados, el botón floral y la flor completamente abierta. El botón floral, bien sea que se origine en las inserciones de un racimo o en el desarrollo completamente floral de las yemas de una axila en su estado inicial, está envuelto por las bractéolas que tienen forma ovalada o redonda. Fruto: el fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido. Puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa. Las vainas pueden ser de

diversos colores, uniformes o con rayas dependiendo la variedad. (Arias, J. *et al.* 2007).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1.- Ubicación geográfica del trabajo experimental

La comarca lagunera se localiza entre los paralelos ($25^{\circ} 42''$ y $24^{\circ} 48''$ N) y los meridianos ($103^{\circ} 31''$ y $102^{\circ} 58''$ O) teniendo una altura de 1, 139 msnm, localizada en la parte suroeste del estado de Coahuila y Noroeste del estado de Durango, al norte con el estado de Chihuahua y al sur con el estado de Zacatecas (INEGI, 2009).

3.2.- Localización del experimento

El experimento se realizó durante el ciclo primavera-verano del 2017 en el Campo Experimental de San Antonio de los Bravos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.

3.3.- Material vegetativo

Para esta investigación se utilizaron los híbridos de frijol pinto saltillo y pinto coloso; estas dos variedades fueron proporcionadas por la línea de frijol del INIFAP de Durango (Rosales, et al, 2016) y el criollo que es un pinto de la cosecha del verano del 2016 recopilado en San Fermín Municipio de Hidalgo, Durango.

3.4.- Preparación del suelo

Agricultura Convencional

- a) Se realizó el barbecho con la finalidad de exponer a la intemperie las partes enterradas del suelo.
- b) Se procedió hacer el trazo el trazo por melgas para el riego por superficie.
- c) Se realizó el rastreo con la finalidad de ablandar la capa arable de 0-30 del suelo.
- d) Se procedió a sembrar aproximadamente a los 9 días del riego de pre-siembra.

3.5.- Siembra

La siembra de las 3 variedades se realizó el 12 de Julio del 2017, con una densidad de siembra de 4 semillas por cada 10 cm, teniendo 3 semillas por cada 20 cm, teniendo 20 semillas en promedio por metro lineal.

3.6.- Labores culturales

3.6.1 Escardado

La función de esta actividad es principalmente fortalecer el tallo de la planta al suelo, ya que se le agrega tierra al pie de las plantas, para darles mayor consistencia y así conseguir que crezcan nuevas raíces para asegurar nutrición más completa de la planta y conservar la humedad durante más tiempo y también se le ayuda quitando maleza del pie de la planta.

3.6.2 Deshierbe

Esta actividad se realizó 3 veces durante el ciclo vegetativo; se deshierbo de manera manual y en ocasiones se utilizó el azadón; con esto evitamos la competencia entre plantas por nutrientes, agua, luz; y como hospederas de plagas y enfermedades.

3.7.- Riego

Se aplicó un riego de pre-siembra el 12 de Julio del 2017 y posteriormente se aplicaron 3 riegos de auxilio por el método de inundación de la melga; esto se realizaron en promedio cada 26 días y es necesario mencionar que el mes de Agosto presento precipitaciones pluviales de muy buena intensidad que ayudaron a el ciclo vegetativo de la planta.

3.8.- Fertilización

Posterior al barbecho se procedió a el proceso de fertilización con el producto orgánico Organodel inoculado con 85% de materia orgánica y 10.71% de ácidos húmicos a razón de 1.5 kg por bloque demostrativo; además se aplicó enraizador Peat Moss Tourbe sobre la zona de semilla a razón de 200g por metro lineal.

3.9.- Aplicación de insecticidas

La primera aplicación de insecticida fue el 07 de Agosto del 2017, con el producto comercial Muralla máx. a razón de 250 ml para diluir en 200 litros de agua; este insecticida es de amplio espectro pero se aplicó con énfasis a mosquita blanca (*Bemisia tabaci*). Posteriormente a razón de 20 días de diferencia se realizaron otras dos aplicaciones.

3.10.- Cosecha

Con fecha 07 de Noviembre del 2017, se procedió al corte planta por planta realizando "borregos" que se expusieron por 15 días al sol para lograr el secado total de la planta; para posteriormente proceder a la recopilación del grano.

3.11.- Variables evaluadas

Durante el desarrollo del cultivo de frijol, se evaluaron 4 variables de importancia para la realización de funciones lineales, exponenciales y cuadráticas; estas fueron: altura de planta, numero de vainas, área foliar/m² y la producción de grano en gramos de las variedades estudiadas. Los materiales utilizados para esta actividad fueron cinta métrica de 5 m y una báscula Triple Beam Balance con capacidad de 2610g.

3.12.- Altura de planta

Para la realización de esta actividad se medían plantas tomando la base del suelo como punto de referencia y llegar a la parte principal de la planta (puntas).

3.13.- Número de vainas

Con fecha del 22 de Octubre del 2017, se tomaron 10 plantas muestra de cada una de las 3 variedades y se contabilizaron vainas chicas y grandes; las cuales fueron contabilizadas en su respectivo bloque; lo que nos sirvió para el análisis de varianza que se menciona más adelante.

3.14.- Generación del área foliar

Con fecha del 22 Octubre del 2017 y aprovechando el muestreo de plantas que se menciona en el punto anterior se procedió a la medición de altura y ancho de cada una de las plantas; y con estos datos se procedió a generar el área foliar en m².

3.15.- Generación del peso de grano seco

De cada uno de los bloques y para las 3 variedades se cortaron 20 plantas muestra el 07 de Noviembre del 2017; se pusieron a secar y el 17 de Noviembre se recopilaron los granos para generar la producción del mismo en cada uno de los bloques, y posteriormente se les aplico el análisis de varianza.

3.16.- Procedimiento y Diseño Experimental

El experimento se realizó en el verano del 2017 en el campo experimental de San Antonio de Los Bravos de la UAAAN-UL. El diseño del experimento fue un BLOQUES AL AZAR con 3 tratamientos de variedades de frijol (A= pinto Saltillo, B=pinto Coloso, C=pinto criollo) con 3 repeticiones c/u para un arreglo de 9 parcelas de 3 x 2.5= 7.5 m². Para el análisis estadístico se utilizó el software de la UANL de Olivares S.E. (2012) versión 1.1.

Para la generación de las funciones cuadráticas y el cálculo de las medidas de tendencia central se utilizó el Microsoft Excel 2010; y Para el ANOVA de área foliar, número de vainas y rendimiento se tomaron 20 plantas al azar de cada uno de los bloques. Índice de germinación: 89% para P. Saltillo y P Criollo; y P. Coloso 50%.

TABLA No. 1. ARREGLO EN EL DISEÑO EXPERIMENTAL.

A1	Pinto Saltillo	B2	Pinto Coloso	C3	Pinto Criollo
C1	Pinto Criollo	A2	Pinto Saltillo	B3	Pinto Coloso
B1	Pinto Coloso	C2	Pinto Criollo	A3	Pinto Saltillo

IV. RESULTADOS

Las nomenclaturas que se han utilizado para los tres tratamientos fueron:

- Variedad Pinto – Saltillo (A).
- Variedad Pinto – Coloso (B).
- Variedad Pinto – Criollo (C); que es el testigo.

4.1.- ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PARA LAS 3 VARIEDADES DE FRIJOL.

En lo relacionado a más datos de biometría del frijol de las tres variedades investigadas; y con información obtenida el día 26 de septiembre del 2017 presentamos tres gráficas con las variables; número de hojas, número de flores, número de ejotes; y peso de la planta en una muestra aleatoria de 6 elementos tomados para cada uno de los tratamientos.

Podemos observar en la tabla número 2 que el promedio de flores por planta es del orden de 64 unidades; podemos decir que la variedad pinto – saltillo está en plena floración. También podemos resaltar la media aritmética para el número de hojas que es en promedio de 195 hojas por planta; siendo las hojas un elemento tan importante para la fotosíntesis de los organismos autótrofos.

TABLA No. 2: VARIABLES BIOMÉTRICAS PARA LA VARIEDAD PINTO SALTILLO.

No. De Plantas	No. De Hojas	No. De Ejotes	No. De Flores	Peso (gms)
p1	173	10	63	197.8
p2	253	3	55	261.8
p3	247	7	149	157
p4	178	3	80	160
p5	170	11	13	146.6
p6	147	7	22	129.5
n= 6	1168	41	382	1052.7
M.A.	194.666667	6.83333333	63.666667	175.45
s	40.35	3.077	44.48	43.73

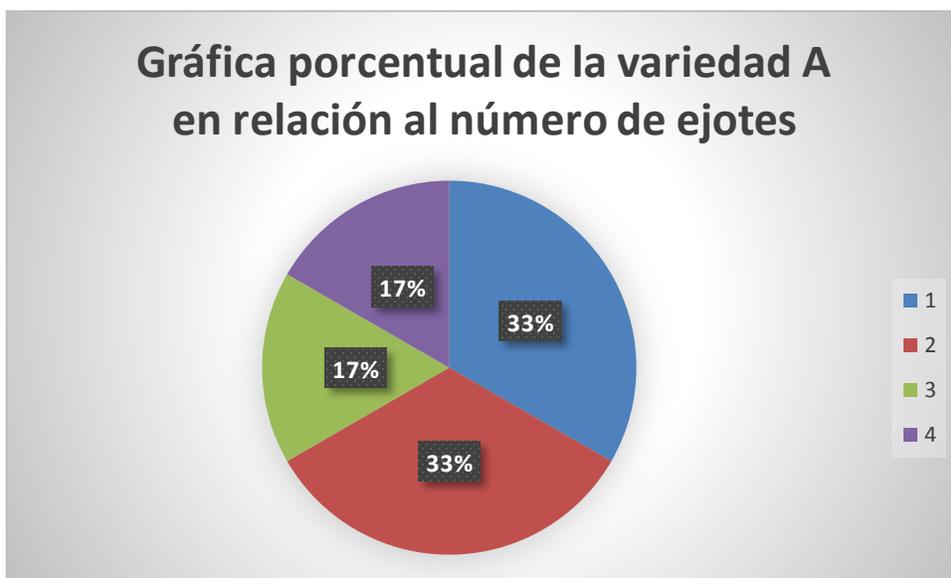
En la tabla número 3 podemos observar la frecuencia que tiene el número de ejotes con respecto al número de plantas esto gracias a la tabla de frecuencias que se muestra a continuación.

TABLA No. 3. TABLA DE FRECUENCIAS DE LOS EJOTES CON RELACION A LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO SALTILLO.

	frecuencia	frecuencia relativa
Plantas con 3 ejotes	2	33%
plantas con 7 ejotes	2	33%
Plantas con 10 ejotes	1	17%
Plantas con 11 ejotes	1	17%
Σ	6	100%

Podemos observar gracias a la gráfica número1 de manera más sencilla gracias a una gráfica porcentual la frecuencia de los ejotes presentado a continuación:

GRÁFICA No.1. GRÁFICA QUE REPRESENTA EN PORCENTAJE LA VARIEDAD PINTO SALTILLO EN NÚMERO DE EJOTES.



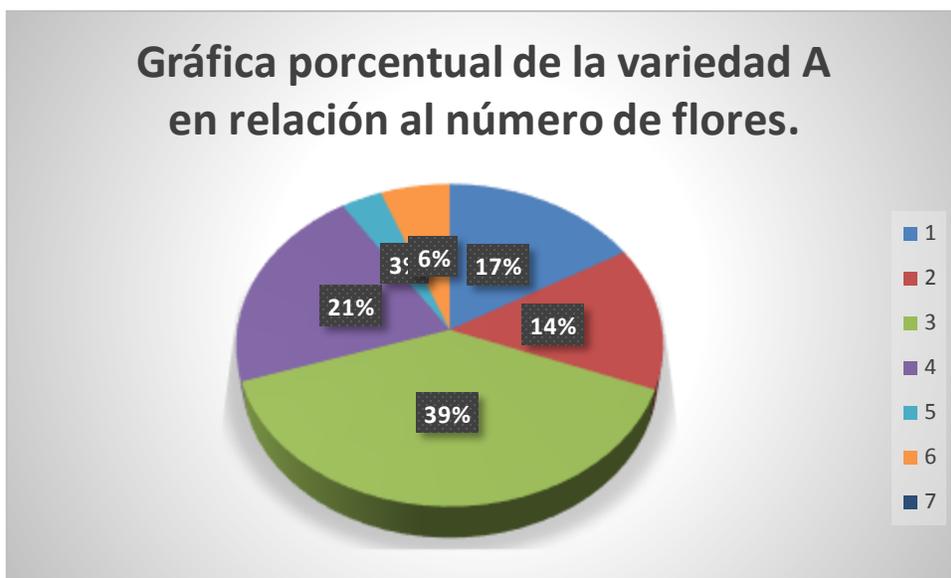
En la tabla número 4 se puede apreciar la frecuencia del número de flores con respecto al número de planta gracias a una tabla de frecuencias.

TABLA No. 4. TABLA DE FRECUENCIAS DE LAS FLORES CON RELACION A LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO SALTILLO.

NUMERO DE PLANTAS	F	F%
63	1	17%
55	1	17%
149	1	17%
80	1	17%
13	1	17%
22	1	17%
	6	100%

Se puede observar en la gráfica número 2 la representación gráfica de estas frecuencias:

GRÁFICA No. 2. MUESTRA LA VARIEDAD PINTO SALTILLO EN NUMERO DE FLORES.



En la tabla número 5 podemos observar que la media de producción en el número de ejotes de la variedad pinto coloso es de cerca de 4 vainas por planta; ligeramente por abajo que la variedad A que promedio cerca de 7 vainas por planta. Ese mismo fenómeno lo podemos observar en el número de hojas que se acercó a las 161 hojas por planta en promedio.

TABLA No. 5: VARIABLES BIOMÉTRICAS PARA VARIEDAD PINTO COLOSO.

No. plantas	No. De hojas	No. De ejotes	No. De flores	peso gms
p1	61	0	4	31.5
p2	232	4	23	124
p3	206	11	16	143
p4	113	0	6	47.1
p5	236	6	1	230.8
p6	119	0	0	74.5
N= 6	967	21	50	650.9
M.A	161.166667	3.5	8.33333333	108.483333
S	66.78	4.072	8.37987072	67.3829212

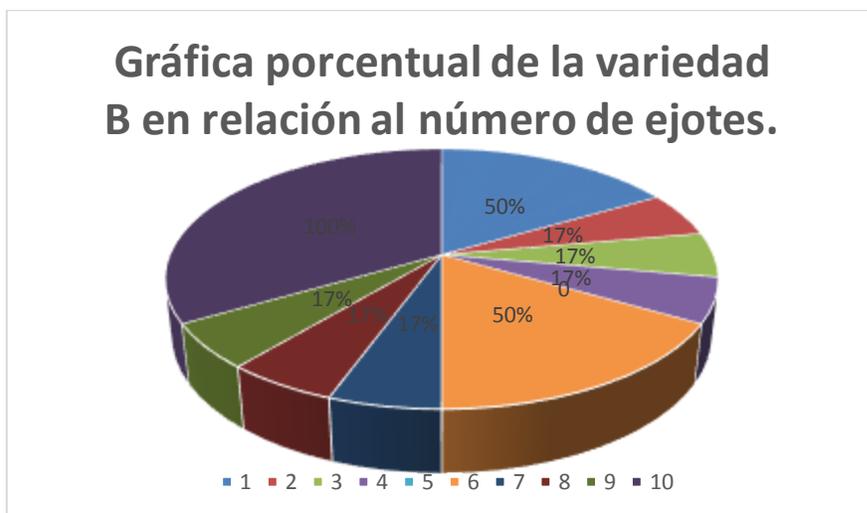
En la tabla número 6 se puede observar el número de ejotes con respecto al número de plantas en la variedad del pinto-coloso.

TABLA No. 6. TABLA DE FRECUENCIAS DE LOS EJOTES CON RELACION A LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO COLOSO.

	Frecuencia	Frecuencia relativa
P. con 0 ejotes	3	50%
P. con 4 ejotes	1	17%
P. con 6 ejotes	1	17%
P. con 11 ejotes	1	17%
	6	100%

Se puede observar en la gráfica número 3 la representación gráfica de estas frecuencias:

GRÁFICA No. 3. REPRESENTACIÓN EN PORCENTAJE PARA LA VARIEDAD PINTO COLOSO EN NÚMERO DE EJOTES.



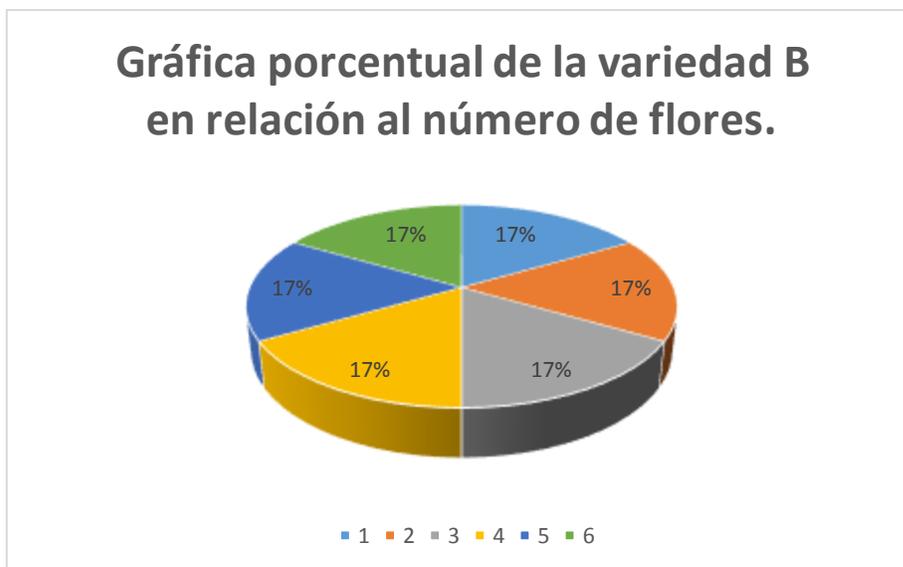
En la tabla número 7 se puede apreciar la frecuencia y el porcentaje del número de flores con respecto al número de plantas de la variedad de frijol pinto coloso.

TABLA No. 7. TABLA DE FRECUENCIAS DE LAS FLORES CON RELACION A LAS PLANTAS DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO COLOSO.

	Frecuencia	Frecuencia relativa
P.con 0 flores	1	17%
p.con1 flor	1	17%
p.con4 flores	1	17%
p.con6 flores	1	17%
p.con 16 flores	1	17%
p.con 23 flores	1	17%
	6	100%

Podemos observar gracias a la gráfica número 4 de manera más sencilla gracias a una gráfica porcentual la frecuencia de las flores con respecto a los números de la variedad pinto coloso presentado a continuación:

GRÁFICA No. 4. PORCENTAJES DE LA VARIEDAD PINTO COLOSO EN NÚMERO DE FLORES.



Mención aparte merece la variedad pinto criollo que se consiguió en Diciembre del 2016 en la comunidad de San Fermín municipio de Hidalgo Durango mismo que como elemento testigo no queda muy lejos de la variedad pinto saltillo; pero si por encima en cada una de las variables esto comparado con la variedad pinto coloso. En la tabla número 8 podemos observar un peso promedio

por planta de 148.8 gramos; solo 6 gramos abajo de la variedad pinto saltillo que promedió los 155 gramos; pero por encima de los 108.5 gramos que en promedio pesaron las plantas de la variedad pinto coloso es decir; 40 gramos más de peso que la variedad B.

TABLA No. 8. VARIABLES BIOMÉTRICAS PARA LA VARIEDAD PINTO CRIOLLO.

No.plantas	No. De hojas	No. De ejotes	No. De flores	peso gms
p1	136	14	4	76.7
p2	174	22	8	172.3
p3	79	0	0	41.2
p4	176	0	0	264.2
p5	72	0	0	73.4
p6	293	1	0	265
N= 6	930	37	12	892.8
M.A	155	6.16666667	2	148.8
S	74.0180158	8.68747758	3.055	91.1346806

En la tabla número 9 se puede observar la frecuencia del número de ejotes con respecto al número de plantas de la variedad de frijol pinto criollo.

TABLA No. 9. TABLA DE FRECUENCIA DEL NUMERO DE EJOTES POR PLANTA DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO CRIOLLO.

EJOTES POR PLANTA	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA
14	1	17%
22	1	17%
0	3	50%
1	1	17%
	6	100%

En la gráfica número 5 se puede observar los porcentajes de rendimiento de ejotes de la variedad pinto coloso por planta.

GRÁFICA No. 5. GRAFICA DE FRECUENCIAS DE NUMERO DE EJOTES POR PLANTA DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO CRIOLLO.



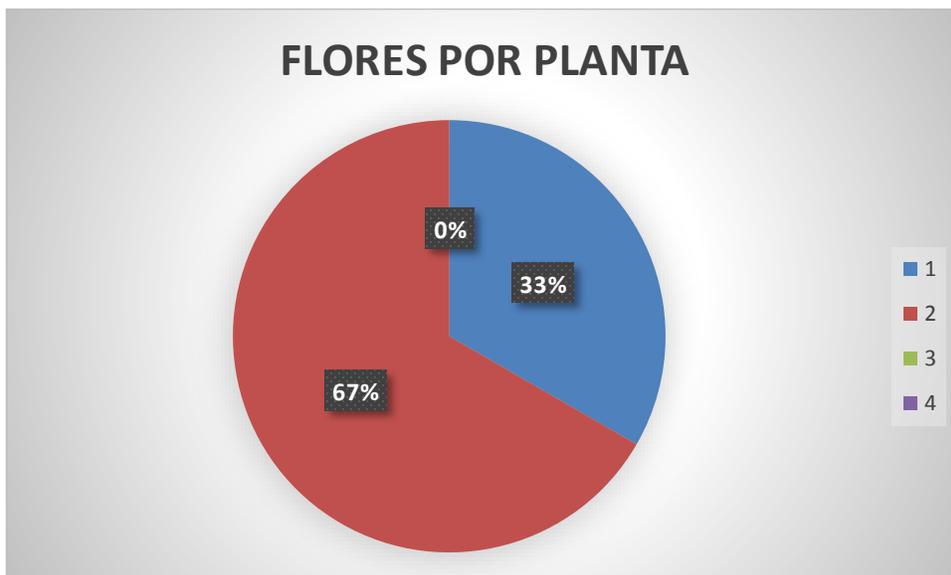
En la tabla número 10 se observa una tabla de frecuencias del número de flores con respecto al número de plantas de la variedad de frijol pinto criollo.

TABLA No. 10. TABLA DE FRECUENCIAS DE FLORES CON RESPECTO AL NUMERO DE PLANTAS DE LA VARIEDAD DE FRIJOL PINTO CRIOLLO.

FLORES PLANTA	POR	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA
4		1	17%
8		1	17%
0		4	67%
		6	100%

En la gráfica número 6 se los porcentajes de flores obtenidas por planta:

GRÁFICA No. 6. GRAFICA PORCENTUAL. DE FLORES POR PLANTA.



Como podemos ver en cada una de las pocas hojas de éste documento; el trabajo del proyecto 38111-425606002-2859 está cumpliendo con uno de sus objetivos que es generar biometría de las variables vegetativas de los 3 tratamientos; pero además el proyecto ha sido VISITADO, TRABAJADO, MEDIDO Y ANALIZADOS EN LAS HORAS PRÁCTICA Y HORAS CLASE POR LOS GRUPOS DE CLASE DEL ENCARGADO DEL PROYECTO QUE SON:

En la siguiente tabla número 11 se muestra la cantidad de educandos que tuvieron participación en la investigación.

TABLA No. 11. NÚMERO DE EDUCANDOS PARTICIPANTES EN LA INVESTIGACION.

COMPETENCIA	CARRERA	No DE ALUMNOS
Matemáticas I	Ing. En Agroecología	23
Matemáticas	Ing. Agr. Parasitólogo	35
Introducción a la estadística	1 de MVZ grupo 8	29
Introducción a la estadística	1 de MVZ grupo 5	30
	Total de alumnos:	117

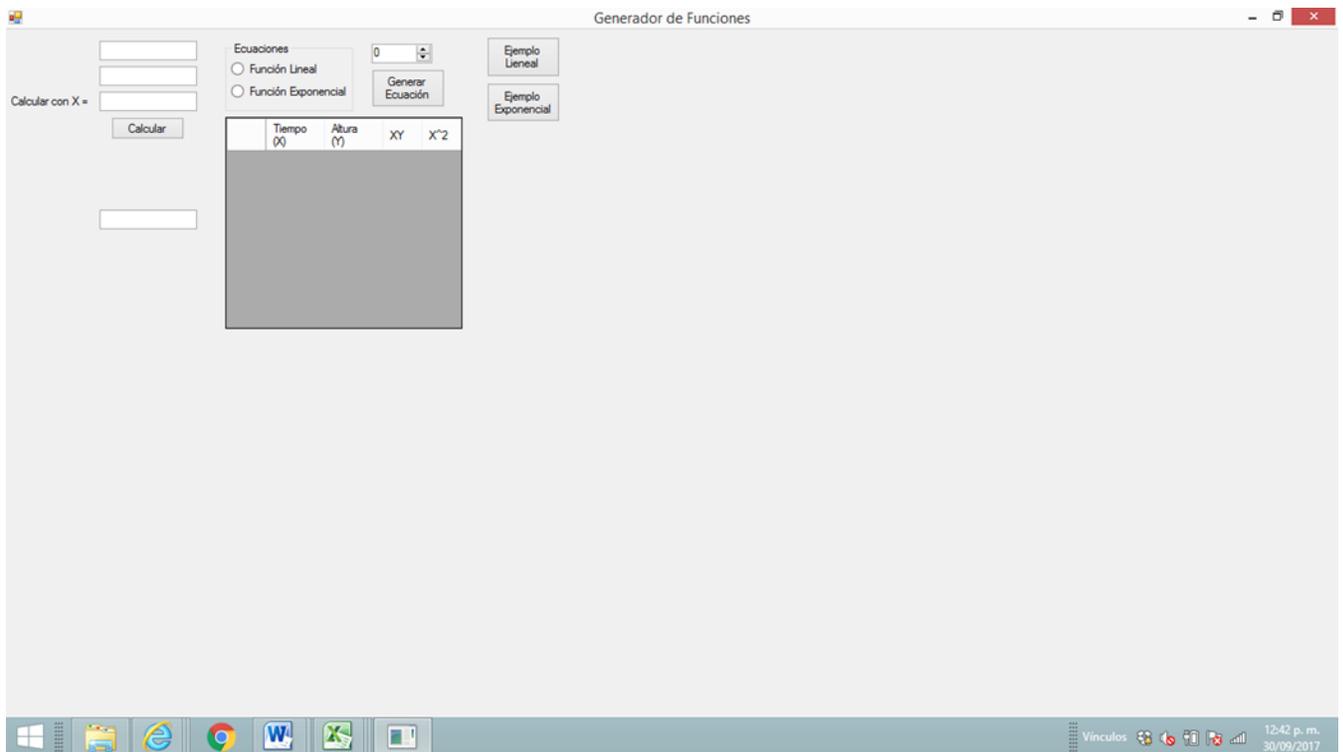
Además de 1 tesista de Ing. Agr. Parasitólogo y 1 más de Ing. Agrónomo que son los que técnicamente cobijan al proyecto; es decir 120 Universitarios en total

contando al responsable del proyecto; de han nutrido de conocimiento práctico que la Dirección de Investigación de la UAAAN tuvo a bien autorizar al Cuerpo Académico UAAAN-CA-34 del Departamento de Ciencias Básicas de la Unidad Laguna.

4.2.- ESTADÍSTICA INDUCTIVA O INFERENCIA ESTADÍSTICA PARA LAS 3 VARIEDADES DE FRIJOL.

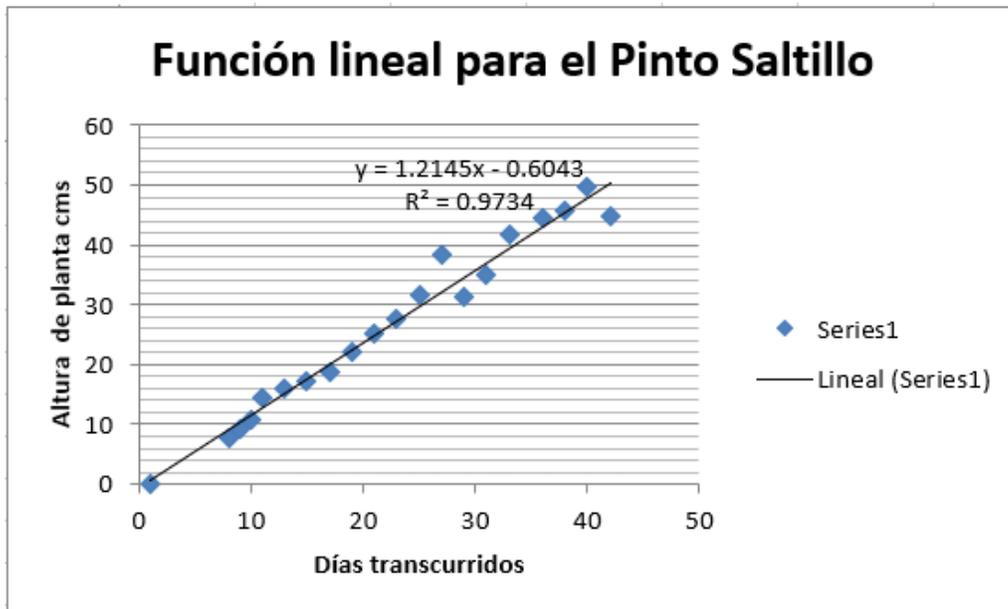
Mención por separado es la creación de un software en el lenguaje de programación C-Sharp que con la introducción de información numérica de la variable independiente (x) y la variable dependiente (y) nos da los coeficientes a y b para poder crear la ecuación de línea recta de la forma $Y = a + bx$; y de la función exponencial de la forma $R = Ar^t$

CAMPOS DE ACCESO PARA CREAR COEFICIENTES DE LA FUNCIÓN LINEAL Y DE LA FUNCIÓN EXPONENCIAL CREADO EN EL LENGUAJE C-SHARP



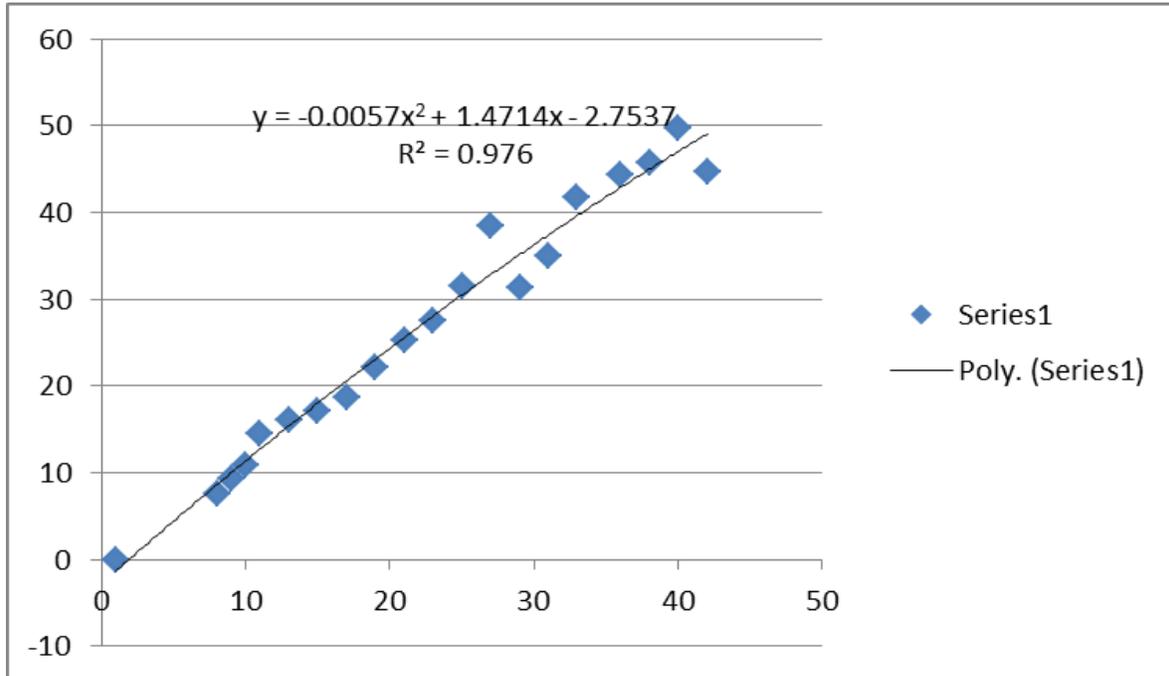
La gráfica número 7 que corresponde a la función lineal presenta un coeficiente de determinación de 0.9734, una pendiente de 0.6043; y un cruce en el eje de las ordenadas de 1.2145.

GRÁFICA No. 7: FUNCIÓN LINEAL PARA LA VARIEDAD PINTO SALTILLO.



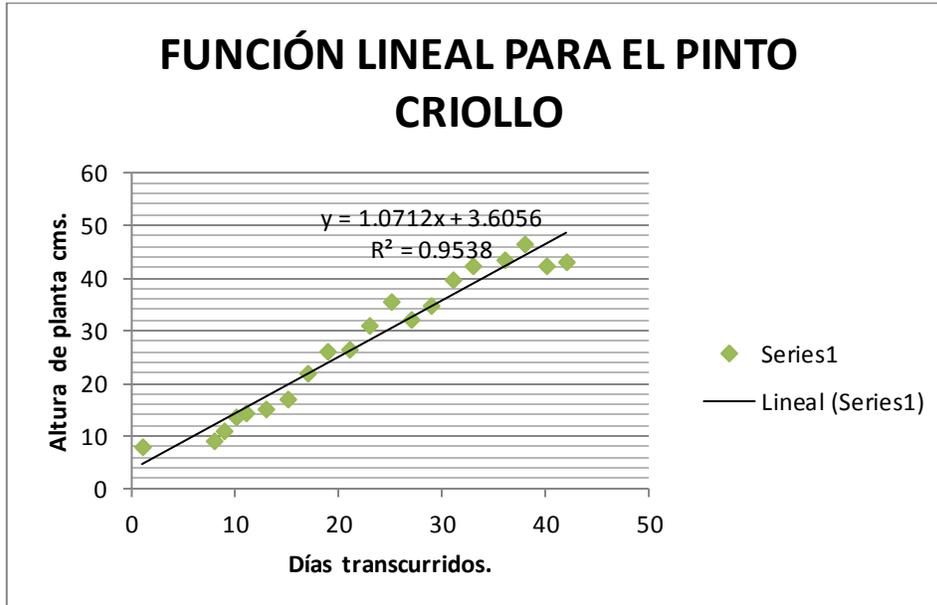
Mención especial merece la gráfica número 8; en ella se puede apreciar la función cuadrática o ecuación de segundo grado con un coeficiente de determinación de 0.7941 es decir; el más alto comparado con los gráficos anteriores. En esta grafica podemos resaltar el valor de $A=-0.0159$, el valor de $B=1.6092$; y el valor de la constante $C= - 15.385$. Con esto podemos mencionar que presenta una parábola cóncava hacia abajo, misma que nos permite determinar el valor máximo de desarrollo de la planta (y) en función de los días transcurridos(x).

GRÁFICA No. 8: F. CUADRÁTICA PARA P. SALTILLO (X= DÍAS; Y= ALTURA CM)



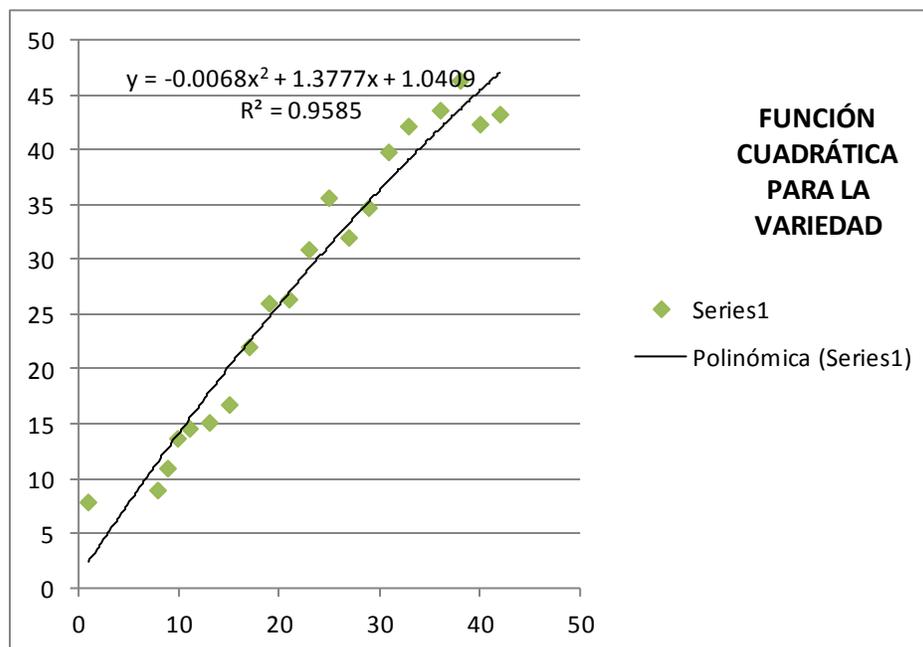
La siguiente gráfica número 9 muestra el comportamiento de la variedad pinto criollo tomando en cuenta los días transcurridos y la altura de planta y así mismo desarrollar la función lineal la cual se denomina que es una línea con pendiente de 1.0712 y una constante de 3.6056 con una confiabilidad de 0.9538.

GRÁFICA No. 9. MUESTRA FUNCION LINEAL PARA PINTO CRIOLLO.



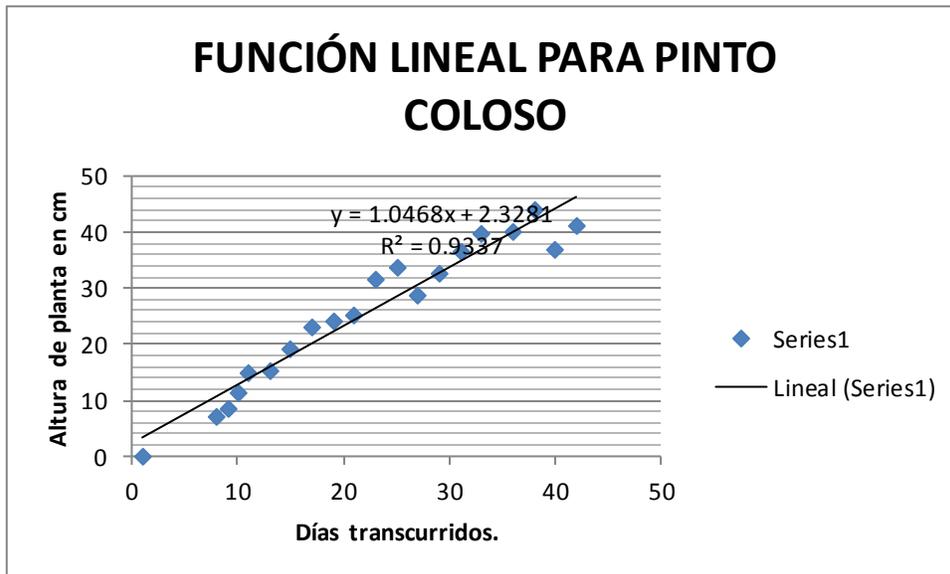
En la siguiente gráfica número 10 se muestra la función cuadrática para la variedad pinto criollo, tomando los días y la altura. De esta forma se ejemplifica los datos obtenidos y se determina que para pinto criollo tiene una línea cóncava hacia arriba ya que el coeficiente es positivo.

GRÁFICA No. 10. FUNCION CUADRATICA PARA PINTO CRIOLLO.



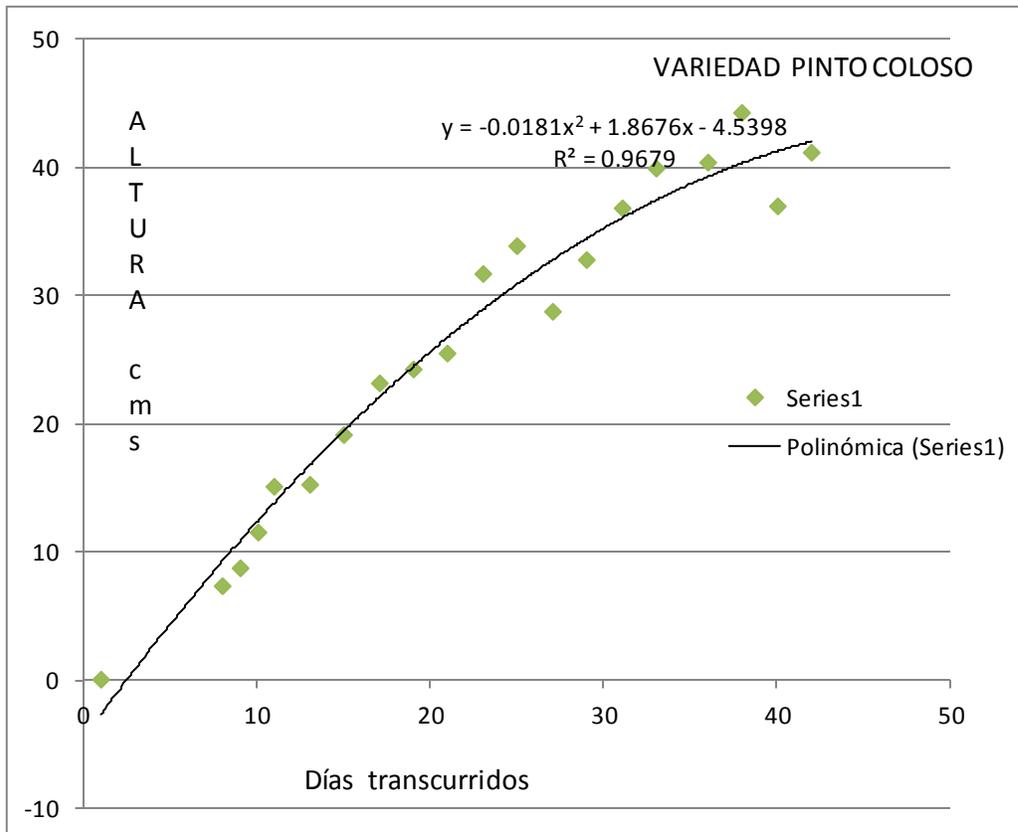
De acuerdo con los datos obtenidos para la variedad pinto coloso se realizó la gráfica número 11, lineal presentando una pendiente de 1.046 y una constante de 2.3281 con una confiabilidad de 0.9637.

GRÁFICA No. 11. FUNCION LINEAL PARA PINTO COLOSO.



De acuerdo a los resultados de la función cuadrática para la variedad pinto coloso, tomando en cuenta los días transcurridos y su altura se determina que la función cuadrática fue cóncava hacia abajo puesto que el coeficiente a es negativo; como se observa en la gráfica número 12.

GRÁFICA No. 12. FUNCION CUADRATICA PARA PINTO COLOSO.



Tal como se observa en la tabla número 12 relacionada con el número de vainas; podemos observar la cantidad de las mismas para las 3 variedades donde podemos observar que el pinto saltillo en sus 3 bloques promedia 31 vainas, el pinto coloso promedia 21 vainas en los bloques; y finalmente el pinto criollo promedia 47 vainas por bloque y en relación a este último vale la pena mencionar que al menos un 10% presentaban vainas sin llenar a pesar de rondar casi los 100 días del ciclo.

TABLA No. 12: NUMERO DE VAINAS

A1	37	B2	14	C3	51
C1	40	A2	39	B3	20
B1	28	C2	51	A3	18

Tal como se observa en la tabla número 13 relacionado con el análisis de varianza para el numero de vainas de los 3 tratamientos observamos que la F_c ; es mayor a la F_t ; lo que significa que relacionado con esta variable a investigar si existió un comportamiento diferenciado entre las variedades del frijol. Pero como se puede observar más abajo la variedad pinto saltillo y la variedad pinto criollo presentaron el mismo comportamiento con valores de 47.3 para el pinto criollo y de 38 vainas para el pinto saltillo.

TABLA No. 13: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL NO DE VAINAS

FV	gl	SC	CM	F_c	Sig.	F_t
Tratamientos	2	1098.66	549.3	11.985	0.020	6.94
Bloques	2	38	19	0.415	.686	
Error	4	183.33	45.83			
Total	8	1320				
				F_c	>	F_t
						Hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos

En la siguiente tabla número 14 se determina la comparación de la media aritmética de las 3 variedades para el número de vainas, observando una diferencia significativa, mostrando que las variedades pinto saltillo y pinto criollo tienen un favorable desarrollo y por medio de la prueba de tukey nos permite determinar la diferencia significativa superior al pinto coloso.

TABLA No. 14: COMPARACIÓN DE MEDIAS EN NO DE VAINAS POR LA PRUEBA TUKEY:

VARIEDAD:	Media para No de vainas
PINTO SALTILLO A	C 47.3 a
PINTO COLOSO B	A 38 a
PINTO CRIOLLO C	B 20.6 b
DMS	0.059

En función al crecimiento de las 3 variedades, se puede observar en la siguiente tabla número 15; el desarrollo de las plantas estudiadas por bloque y variedad, demostrando que para pinto saltillo promedia en sus tres bloques 0.3237 m²; para pinto criollo 0.4874 en sus 3 bloques y para pinto coloso 0.2495; de esta forma se obtiene un mayor rendimiento en área foliar en m² fue para la variedad pinto criollo.

TABLA No. 15: ÁREA FOLIAR/M²

A1	0.3506	B2	0.2750	C3	0.4577
C1	0.4752	A2	0.3168	B3	0.1982
B1	0.2754	C2	0.5293	A3	0.3038

De acuerdo con la siguiente tabla número 16, el análisis de varianza para área foliar de los tratamientos se determina que la Fc; es mayor a la Ft, por tanto lo relacionado con esta variable desarrollada, si existió un comportamiento diferenciado entre las variedades de frijol. Pero como se puede observar más abajo la variedad pinto saltillo y pinto criollo presentaron un comportamiento de 0.324 para pinto saltillo y 0.487 para pinto criollo en área foliar.

TABLA No. 16: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA ÁREA FOLIAR EN M²

FV	gl	SC	CM	Fc	Sig.	Ft
Tratamientos	2	0.089	0.044	64.791	.001	6.94
Bloques	2	0.005	0.003	3.764	0.12	
Error	4	0.003	0.001			
Total	8	0.097				
				Fc	>	Ft
						Hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos

De acuerdo a los datos obtenidos, la comparación de la media para las 3 variedades utilizadas se determina que el mejor comportamiento en área foliar lo obtuvo pinto criollo y pinto saltillo demostrando tener diferencia significativa. Como se muestra en la tabla número 17.

TABLA No. 17: COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA ÁREA FOLIAR EN M²

VARIEDAD:	Media para área foliar
PINTO SALTILLO = A	C= 0.487 a
PINTO COLOSO = B	A= 0.324 b
PINTO CRIOLLO = C	B= 0.250 c
DMS	0.059

En relación a los datos obtenidos de campo en la cosecha de las 3 variedades de frijol *Phaseolus vulgaris* se muestra en la siguiente tabla número 18; el mejor rendimiento del grano seco en gramos de las variedades estudiadas, observando un promedio por bloque de las 3 variedades; para pinto saltillo fue de 570.71g, para pinto coloso 540.16g y para pinto criollo de 525.66g, de esta forma se determina que pinto saltillo llega a tener mejores rendimientos de grano.

TABLA No. 18: PESO DE GRANO EN GRAMOS.

P. Saltillo P1 547 g	P. Coloso P2 578.5 g	P. Criollo P3 494 g
P. Criollo P1 553.6 g	P. Saltillo P2 504 g	P. Coloso P3 432 g
P. Coloso P1 610 g	P. Criollo P2 529.4 g	P. Saltillo P3 661.13 g

En función a los datos obtenidos se observa en la siguiente tabla número 19, el análisis de varianza para grano en gramos de los tratamientos, se determina que la F_c , es menor de que la F_t , por tanto no presentan diferencia significativa. Pero como se puede observar en la parte de abajo la variedad pinto coloso obtuvo buen rendimiento en grano junto a pinto saltillo; aun presentando bajo rendimiento foliar.

TABLA No. 19: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANO EN GRAMOS.

	gl	SC	CM	F_c	Sig.	F_t
Tratamientos	2	3172.04	1586.02	0.210	0.819	6.94
Bloques	2	2844.45	1422.22	0.188	0.835	
Error	4	30186.86	7546.71			
Total	8	36203.36				
				F_c	<	F_t
						No hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos

En la tabla número 20 que a continuación se presenta, se utiliza la media aritmética para determinar el rendimiento de grano en gramos de las 3 variedades utilizadas. Por lo tanto se demuestra que la para pinto coloso y pinto saltillo se obtuvieron buenos resultados, entendiéndose que pinto coloso mostro bajo rendimiento solo área foliar pero fue distinto en producción de grano.

TABLA No. 20: MEDIAS OBTENIDAS PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANO EN GRAMOS.

VARIEDAD:	Media
PINTO SALTILLO = A	A= 570.7
PINTO COLOSO = B	B= 540.16
PINTO CRIOLLO = C	C= 525.6

V. DISCUSIONES

Melgarejo; L.M.J. et al (2010) mencionan que para modelar el crecimiento de las plantas con medidas directas de área foliar y masa seca se pueden usar diversos paquetes o programas estadísticos digitales. En éste estudio se utilizaron para modelar la función cuadrática, graficar funciones lineales y exponenciales el software de la hoja electrónica de cálculo Microsoft Excel 2010; y para generar los coeficientes de la función lineal y exponencial se ha creado un software en el lenguaje de programación C-Sharp que relaciona las variables de días transcurridos (x) y altura de planta(y) con resultados excelentes pues los mismos se han verificado con paquetes estadísticos de libre acceso como los ofrecidos por el Excel 2010 de Microsoft Office. Además con el mismo se pudo generar la ecuación cuadrática para modelar las variables mencionadas y coincidir con Sosa-Montes E. et al (2000) en el comportamiento cóncavo hacia abajo de la parábola que describe el desarrollo de planta.

Relacionado con los aspectos técnicos es necesario mencionar que para las variedades pinto saltillo y pinto criollo se han obtenido un por ciento de germinación del 89% y para el pinto coloso la germinación alcanzó un 50%; esto contrasta para el pinto coloso pues en estudios anteriores como los de Can-Chulim et al (2014) y los de Osuna Ceja et al (2016) mencionan una germinación para la variedad de los pintos del 77% y 85% respectivamente.

Un resultado digno de mencionar es la producción de grano para 20 plantas tomadas al azar de cada uno de los bloques; las medias de producción en gramos fueron: Pinto Saltillo 570 gms, Pinto Coloso 540 gms; y Pinto Criollo 525 gms. De esto hay que recordar que el pinto coloso generó una producción de vaina un 46% menos que el pinto Saltillo; sin embargo en producción de grano no hubo diferencia significativa entre las 2 variedades. Y es menester mencionar que el pinto coloso tiene como atractivo un grano más grande.

VI. CONCLUSIONES

Un total de 118 educandos que pudieron enriquecer el saber hacer de su competencia semestral; pues el saber hacer, el saber conocer y el saber ser (Modelos educativo de la UAAAN 2014) asegura la formación educativa integral del estudiante; con esto decimos que los objetivos del estudio planteado se han cubierto en su totalidad; porque además el desarrollo propio de software en el lenguaje C-Sharp y el de acceso libre como el Microsoft Office 2010 fueron utilizados con resultados coincidentes. Así mismo para el análisis estadístico se utilizó el software de la UANL (Olivares, 2012) mismo que arrojó diferencia estadística significativa entre la variedad de frijol pinto saltillo y la variedad pinto coloso. Sobre ese particular se puede declarar que las hipótesis planteadas se aceptan pues con el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación se realizó una evaluación de los tratamientos declarados.

Generando un análisis comparativo de medias aritmética se puede mencionar que relacionado con el área foliar se obtuvo que la variedad pinto saltillo resultó con 0.324 m² y la medida para la variedad pinto coloso fue de 0.250 m² es decir una diferencia de 0.074 m² que en términos porcentuales es casi un 23%.

Este análisis al realizarlo con la variable número de vainas al cumplir el cultivo de las leguminosas estudiadas los 90 días de ciclo productivo nos arrojó un promedio para el pinto saltillo de 38 vainas y para el pinto coloso solamente 21 vainas; esto en términos porcentuales nos da una diferencia de casi 45%.

Relacionado con la producción de grano en promedio para cada 20 plantas tomadas al azar de cada uno de los bloques tenemos que el pinto saltillo nos generó 571 gramos, el pinto criollo 526 gramos, mientras que el pinto coloso fue de 540 gramos es decir en la producción de grano no hubo diferencia estadística significativa.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado S. Juan S. (2003). El Frijol: Cultivo, Plagas e importancia. Ciencias Físicas, Exactas y Naturales. Microbiología industrial. Universidad de Santander (UDES).

Arias, J.H., Jaramillo, M.; Rengifo, T. (2007). Manual: Buenas Prácticas Agrícolas, en la Producción de Fríjol Voluble. FAO.

Acosta-Gallegos Jorge Alberto y Pérez Herrera Patricia. (2003). La situación del cultivo del Frijol en México. Producción e Investigación. Programa de Frijol del INIFAP; Apartado Postal No.10; Chapingo, Edo. De México.

Balzorini, M.D., Rienzo, J., Tablado, M., González, L., Bruno, C., Córdoba, M, Robledo, W. y Casanoves F. (2011). Introducción a la bioestadística; aplicaciones con Infostat en agronomía. 1ª. Edición; Editorial Brujas. Córdoba Argentina.

Budnick, F. (1990). Matemáticas aplicado para la administración, economía y ciencias sociales. MC Graw-Hill. / Interamericana editores, S.A. de C.V. México, D.F.

Can-Chulin A., Ramírez-Guerrero L.G., Ortega-Escobar H.M., Cruz-Crespo E., Flores-Román D., Sánchez-Bernal E.I., Madueña-Molina A. (2014). Germinación y crecimiento de plántulas de *Phaseolus vulgaris* L. en condiciones de salinidad. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 5(5). Julio-Agosto.

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

Flores, E. J. (2004.) Breve historia de la comida mexicana, De bolsillo, México.

García M, E., Bravo Báez, J. C., Martínez G, D., Álvarez Manzanares, P., Valle Angulo H. J., Samuel Elías García Rocha. Julio C. López Calero. Wilfredo Serafín Escobar Mendoza. (2009). Guía técnica para el cultivo de frijol en

los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del Departamento de Boaco, Nicaragua. Santa Lucía, Boaco.

Hernández S. R, Fernández, Collado C., y Baptisa Lucio P. (2006). Metodología de la investigación. 4ta. Edición. Editorial Mc Graw-Hill. México, D.F.

Hernández, X.E., A. Ramos R. y M .A. Martínez A. (1991). «Etnobotánica»; en E. Mark Engleman, Contribuciones al conocimiento de frijol (*Phaseolus*) en México (pp. 113–138), Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. México.

Hunt, R. (1982). Plant growth curves: The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold Publishers, London

Kirchner, S. F. R., López, G. E., Solís, C. G. (1990). Cultivos básicos. Manual para educación agropecuaria. 2ª. Edición. Editorial Trillas. Edición con el apoyo de INIFAP/PRODUCE Pabellón de Arteaga Aguascalientes, México. ISBN:978-607-37-0604-9.

Lara Flores Miguel. (2015). Revista digital universitaria. El cultivo de frijol en México. Volumen 16. <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art9>

Lépiz Ildfonso Rogelio, J. Jesús López Alcocer, J. Jesús Sánchez González, Fernando Santacruz Ruvalcaba, Ricardo Nuño Romero y Eduardo Rodríguez Guzmán. (2010). CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE FORMAS CULTIVADAS, SILVESTRES E INTERMEDIAS DE FRIJOL COMÚN DE HÁBITO TREPADOR. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 33 (1): 21 – 28.

Lara, M.C. Garcia, T.L.P. y Oviedo, Z.L.E. (2011). Efecto biofertilizante del preparado: residuos vegetales –bacteria nativa diazótropa, sobre las variables biométricas en plántulas de *Rhapanus sativus*. Revista colombiana de biotecnología. XIII (1). Bogotá, Colombia.

Mederos, Y. (2006). INDICADORES DE LA CALIDAD EN EL GRANO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, 27 (3), pp 55-62. Instituto Nacional de

Ciencias Agrícolas. La Habana. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215825009> ISSN

Muños Saldaña, R. (2010). FRIJOL, RICA FUENTE DE PROTEÍNAS. CONABIO. Biodiversitas; 89: 7-11.

Melgarejo, L.M., Barrera J., y Suárez D. (2010). Experimentos de fisiología vegetal. LTDA Impresores, 1a edición. ISBN: 978-958-719-668-9. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Nájera, L.J.A. (1999). Ecuaciones para estimar biomasa, volumen y crecimiento en biomasa y captura de carbono en 10 especies típicas del matorral espinoso tamaulipeco del nordeste de México. Tesis de maestría. Facultad de ciencias forestales UANL. Linares N.L. México.

Osuna-Ceja E.S., Acosta Gallegos J.A., Reyes-Muro L., Martínez-Gamiño M.A., Padilla-Ramírez E., Ventura-Ramos E., González-Gaona E., Cortés-Chamorro M.A., Garibaldi-Márquez F., Hernández-Ríos I. (2016). Tecnologías para incrementar la producción de frijol de temporal en el altiplano semiárido de México.

Otálora, Juan M., Gustavo A. Ligarreto y Arturo Romero. (2006). Comportamiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo reventón por características agronómicas y de calidad de grano. *Agronomía Colombiana* 24(1): 7-16.

Paredes, L.O., F. Guevara L. y L.A. Bello P. (2006). Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas, Fondo de Cultura Económica, 205 p.

Pedroza-Sandoval, A. y Trejo-Calzada, R. y Sánchez-Cohen, I. y Samaniego-Gaxiola, J. y Yáñez-Chávez, L. (2016). Evaluación de tres variedades de frijol pinto bajo riego y sequía en Durango, México. *Agronomía Mesoamericana*, [en línea] 27(1), pp.167-176. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo>

Pliego, L., Ocaña, A. Lluch, C. (2005). Crecimiento, fijación de nitrógeno, acumulación y asimilación de nitratos con dosis de nitrógeno de frijol. *Terra*

Latinoamericana. 21(2). Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo México.

Reyes, R. E., L. E. Padilla Bernal., Pérez V. O y López, J. P. (2008). Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol. *Revista Investigación Científica*, Vol. 4, No. 3, Nueva época, ISSN 1870–8196.

Robles S, R. (1976). Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa, México.

Rosales Serna, R., & Acosta Gallegos, J., & Ibarra Pérez, F., & Cuéllar Robles, E. (2010). PINTO COLOSO, NUEVA VARIEDAD DE FRIJOL PARA EL ESTADO DE DURANGO. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1 (5), 739-744.

Rocandio Rodríguez, Mario., Porfirio Ramírez Vallejo, Fernando Castillo González, Salvador Miranda Colín y Julio Arturo Estrada Gómez. (2006). DIVERSIDAD EN CARACTERÍSTICAS DE INTERÉS AGRONÓMICO DE POBLACIONES NATIVAS DE FRIJOL COMÚN EN ASOCIACIÓN CON MAÍZ.

Sangerman Jarquín Dora, M., Jorge A. Acosta-Gallegos, Rita Shwenstesius de Rinderman, Miguel Ángel Damián Huato y Bertha Sofía Largué Saavedra. (2010). CONSIDERACIONES E IMPORTANCIA SOCIAL EN TORNO AL CULTIVO DEL FRIJOL EN EL CENTRO DE MÉXICO. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.1 Núm.3 1 de julio - 30 de septiembre. p. 363-380.

Sánchez Valdez Isaac. (2001). PINTO SALTILLO: NUEVA VARIEDAD DE FRIJOL PARA EL SURESTE DEL ESTADO DE COAHUILA. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental Saltillo.

Salinas Pérez, Rafael A., Jorge A. Acosta Gallegos, Ernesto López Salinas, Ciria A. Torres Estrada, Francisco J. Ibarra Pérez y Rubén Félix Gastelum. (2008). RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS RELACIONADAS CON TIPO DE PLANTA ERECTA EN FRIJOL PARA RIEGO. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 31 (3): 203 – 211.

Salett- Biembergut M. y Hein N. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemáticas. Revista Educación matemática. Vol. 1612. Grupo Santillana, México. D.F.

SECRETARÍA DE ECONOMÍA DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIAS BÁSICAS. ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR DEL FRÍJOL. MARZO, (2012).

Secretaria de Recursos Naturales. (1993). El Cultivo de Fríjol en Honduras, Boletín Técnico.

Solorio, E.N., Paz, P.F., Lara, M.D., Bolaños, G.M. (2009). Modelo expo-lineal del crecimiento y equivalencia de la productividad de un tomate cultivado en invernadero. Terra Latinoamericana. 27(1). Sociedad Mexicana de la Ciencia del suelo, A.C. Chapingo, México.

Sosa, M.E., Ortega, D.M.L., Escalante, E.J.A.S., Engleman, E.M. y González, H.V.A. (2000). Inclinación de láminas de frijol durante el día. Terra. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo México.

Ulloa, Armando. J., Ulloa, R. P., Ramírez, J.C., Ulloa Rangel, B. E., (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. Revista Fuente Año 3 No. 8.

Vidal Holguin, J. C. (2005). La traducción a la modelación matemática y optimización. Manual de la escala de la Ingeniería Industrial y Estadística. Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle. Cali, Colombia.

Voysset, V. O. (2000) Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Centro Americano de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 195 p.

Voysset, V.O. (1983). Variedades de frijol en América Latina y su origen, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 86 p.