



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**Adaptabilidad de tres variedades de frijol nacional  
(H1 Flor de Durazno, 2016; H2 Primavera 28, 2017 y  
H3 Bayo Azteca, 2016) al cultivo orgánico con bocashi**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO

PRESENTA

**BALLESTEROS LÓPEZ KEVIN RODRIGO**

**DIRECTORA DE TESIS**

**DRA. MARÍA SOCORRO OROZCO ALMANZA**

Unidad de Investigación en Ecología Vegetal

Ciudad de México

SEPTIEMBRE 2019

**Investigación financiada a través de la DGAPA  
(Proyecto PAPIIME PE205718)**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

A mis padres, por todo lo que han hecho por mí, por darme educación, casa, comida y un hogar donde vivir. Por el esfuerzo que conlleva educar a tres hijos y lograr que terminen la universidad. Por darnos la mejor educación posible y por educarnos para seguir nuestros sueños aun pese a los problemas. También por tenerme paciencia, estar allí en cada momento y ayudarme a formarme como persona y como la mejor versión de mí.

A mis hermanos Bryan y Alfredo por ser parte de mi vida y del mi hogar, por demostrarme que siempre se puede ser mejor y que no hace falta demasiado para alcanzar tus objetivos, por siempre estar unidos de alguna manera y por ayudarme a crecer como persona.

A mis abuelos por estar allí cada vez que mis papas no podían estar, por ayudarnos en cada momento y siempre estar cuando más se les necesito.

A Óscar, Álvaro y Benji mis amigos desde la preparatoria, que me ayudaron académica y personalmente en momentos difíciles y también en los mejores momentos, por tenerme más paciencia de la que merecía, y por siempre motivarme a ser mejor académicamente.

A mis amigos de la Universidad: Stephanie, Jetro, Jocelyn Araceli, Ximena, Cindy, Moisés, Zuceth, Valeria, Kenia, Darinka, Frank, Roberto, Carlos y Gerardo, entre otros. Con los cuales pase grandes momentos dentro de la carrera, eh hicieron más ameno el estrés que conlleva la universidad, por permitirme trabajar en equipo con ellos y pasar 4 de los mejores años de mi vida a su lado.

## AGRADECIMIENTOS

A mi *alma mater* la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme realizar mis estudios a lo largo de siete años en sus instalaciones, la Escuela Nacional Preparatoria No. 3 “Justo Sierra” y más tarde en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, donde concrete mi educación superior como Biólogo. Así mismo por formarme como persona y profesionista a lo largo de todos estos años en los que conocí a personas maravillosas, me forme en diversas áreas y siempre busque sacar el mayor provecho por estar en la UNAM.

A la Doctora María Socorro Orozco Almanza por permitirme realizar mi laboratorio 7° y 8° en su laboratorio, por formarme en Agroecología y en la enseñanza de Huertos Urbanos, por permitirme realizar el Servicio Social en este mismo laboratorio enriqueciendo mis conocimientos del área y finalmente por darme la oportunidad de realizar mi Tesis en este laboratorio.

Al maestro Roberto Ramos González y a la maestra María de Jesús Rojas Cortéz por apoyarme, asesorarme y enseñarnos en todo momento a lo largo del proyecto de investigación y ser parte indispensable del Vivero “Chimalxochipan”.

Al INIFAP y más específicamente al Maestro en Ciencias Dagoberto Garza García por haberme tenido la confianza para realizar una investigación con las variedades de frijol de su autoría. Así como por proporcionarnos el germoplasma necesario para dicha investigación y al Biólogo Mario Martínez Martínez por haber sido el enlace con esta Institución y por haberme introducido en el manejo para el mejoramiento genético del frijol.

A PAPIME por el apoyo brindado en la beca con el proyecto “Instrumentos de enseñanza – aprendizaje para el diseño de huertos urbanos ecológicos y el aprovechamiento de su fauna asociada” Clave: PE205718 en el periodo: Julio 2018 – diciembre 2018.

A todos mis compañeros del vivero por crear un grupo tan estable y de confianza, donde es agradable estar y trabajar, así como por el apoyo brindado a lo largo de mi estancia en el vivero.

A los profesores de Biología en la FES Zaragoza, por demostrarme que es posible hacer ciencia, ser feliz y vivir de ello, todo, siempre rodeado de la naturaleza,



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES**

**“ZARAGOZA”**

**DIRECCIÓN**

**JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
P R E S E N T E.**

Comunico a usted que el alumno **BALLESTEROS LÓPEZ KEVIN RODRIGO**, con número de cuenta **312033631**, de la carrera de Biología, se le ha fijado el día **01 de octubre de 2019** a las **09:00 hrs.**, para presentar examen profesional, el cual tendrá lugar en esta Facultad con el siguiente jurado:

- PRESIDENTE** Dr. ARCADIO MONROY ATA
- VOCAL** Dra. MARÍA SOCORRO OROZCO ALMANZA
- SECRETARIO** M. en C. BÁRBARA SUSANA LUNA ROSALES
- SUPLENTE** Dr. GERARDO CRUZ FLORES
- SUPLENTE** Biól. JUAN ROMERO ARREDONDO

El título de la tesis que presenta es: **Adaptabilidad de tres variedades de frijol nacional (H1 Flor de Durazno, 2016; H2 Primavera 28, 2017 y H3 Bayo Azteca, 2016) con abono orgánico bocashi.**

Opción de titulación: Tesis.

Agradeceré por anticipado su aceptación y hago propia la ocasión para saludarle.

**ATENTAMENTE**  
**“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”**  
Ciudad de México, a 29 de agosto de 2019

**DR. VICENTE JESUS HERNANDEZ ABAD**

**DIRECTOR**  
ZARAGOZA  
**DIRECCION**

RECIBÍ  
OFICINA DE EXÁMENES  
PROFESIONALES Y DE GRADO

VO. BO.  
Dr. JOSÉ LUIS GÓMEZ MÁRQUEZ  
JEFE DE CARRERA

# Índice General

RESUMEN .....	XI
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
2.1 Adaptabilidad y frijol .....	2
2.2 Agroecología.....	3
2.3 Abonos orgánicos .....	3
2.4 Costos de los alimentos orgánicos .....	3
2.5 Calidad de alimentos orgánicos .....	4
2.6 Costos de las externalidades de los alimentos convencionales .....	5
2.7 Impactos de los alimentos orgánicos y convencionales en la salud del ser humano .....	5
2.8 Bocashi.....	6
2.9 Frijol en México .....	7
2.10 INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas, Pecuarias) y el mejoramiento genético del frijol.....	7
2.11 Frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	8
2.12 Hábitos de crecimiento de las plantas de frijol .....	8
2.13 Características de las variedades de frijol.....	9
2.13.1 Flor De Durazno 2016 .....	9
2.13.2 H2 Primavera 28 2017 .....	9
2.13.3 H3 Bayo Azteca 2016 .....	9
2.14 Requerimientos agroecológicos para el cultivo del frijol.....	10
2.15 Trabajos relacionados en el tema .....	12
III. JUSTIFICACIÓN .....	17
IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	18
V. HIPÓTESIS.....	18
VI. OBJETIVOS.....	18
6.1 Objetivo General .....	18
6.2 Objetivos Específicos.....	18
VII. METODOLOGÍA.....	19
7.1 Ubicación del experimento.....	19
7.2 Elaboración del abono orgánico bocashi .....	19
7.3 Preparación de la parcela.....	21
7.4 Siembra de Frijol .....	22

7.5 Variables de respuesta .....	22
7.5.1 Calidad del abono bocashi .....	22
7.5.2 Emergencia .....	23
7.5.3 Altura de la planta.....	23
7.5.4 Diámetro del tallo principal .....	23
7.5.5 Contenido de clorofila en las hojas.....	23
7.5.6 Número de flores por planta .....	23
7.5.7 Número de vainas por planta.....	23
7.5.8 Número de vainas por variedad: Totales, sanas y abortadas .....	23
7.5.9 Peso de vainas .....	24
7.5.10 Tamaño de las vainas (largo).....	24
7.5.11 Número de semillas por vaina.....	24
7.5.12 Peso de una semilla .....	24
7.5.13 Razón raíz/vástago (R r/v).....	24
7.5.14 Tasa de crecimiento relativo (TCR).....	24
7.5.15 Índice de Esbeltez o Robustez (IE) .....	25
7.5.16 Índice de Dickson (ID) .....	25
7.5.17 Peso de 100 semillas.....	26
7.5.18 Rendimiento .....	26
7.5.19 Fenología .....	26
7.5.20 Análisis Químico Proximal .....	26
7.5.21 Radiación total .....	26
7.5.22 Costo de producción.....	26
7.6 Análisis estadístico.....	26
VIII RESULTADOS .....	27
8.1 Calidad del abono bocashi.....	27
8.2 Emergencia .....	27
8.3 Altura de la planta .....	28
8.4 Diámetro del tallo principal.....	29
8.5 Contenido de clorofila en las hojas.....	30
8.6 Número de flores por planta .....	30
8.7 Número de vainas por planta .....	31
8.8 Número de vainas por variedad: Totales, sanas y abortadas .....	32
8.9 Peso de vainas.....	34

8.10 Tamaño de las vainas (largo).....	34
8.11 Número de semillas por vaina.....	35
8.12 Peso de la semilla .....	35
8.13 Razón raíz/vástago (R r/v) .....	36
8.14 Tasa de crecimiento relativo (TCR) .....	36
8.15 Índice de Esbeltez o Robustez (IE).....	37
8.16 Índice de calidad de Dickson (IC) .....	37
8.17 Peso de 100 semillas.....	37
8.18 Rendimiento.....	38
8.19 Fenología.....	39
8.20 Análisis químico proximal.....	41
8.21 Radiación total .....	41
8.22 Costos de producción .....	43
8.23 Resumen de los resultados .....	47
<b>IX DISCUSIÓN .....</b>	<b>48</b>
9.1 Calidad del abono bocashi.....	48
9.2 Emergencia .....	49
9.3 Altura de la planta .....	49
9.4 Diámetro del tallo principal.....	50
9.5 Contenido de clorofila en las hojas.....	51
9.6 Número de flores por planta.....	52
9.7 Número de vainas por planta .....	52
9.8 Número de vainas por variedad: totales, sanas y abortadas .....	53
9.9 Peso de vainas .....	54
9.10 Tamaño de las vainas (largo).....	54
9.11 Número de semillas por vaina.....	55
9.12 Peso de una semilla.....	56
9.13 Razón raíz/vástago (R r/v) .....	57
9.14 Tasa de crecimiento relativo (TCR) .....	57
9.15 Índice de Esbeltez o Robustez .....	58
9.16 Índice de Dickson .....	59
9.17 Peso de 100 semillas.....	59
9.18 Rendimiento.....	60
9.19 Fenología.....	61

<b>9.20 Análisis Químico Proximal</b> .....	62
<b>9.21 Radiación total</b> .....	63
<b>9.22 Costos de producción</b> .....	63
<b>X. CONCLUSIONES</b> .....	65
<b>XI. REFERENCIAS</b> .....	66

## Índice de figuras

Figura 1. Semillas de frijol variedad H1 Flor de Durazno, variedad H2 Primavera 28 y variedad H3 Bayo Azteca, respectivamente.....	10
Figura 2. Vivero Chimalxochipan de la Unidad de Investigación en Ecología Vegetal, Campo II de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. ....	19
Figura 3. Preparación de abono bocashi .....	20
Figura 5. Parcela de 6 m × 1 m dividida en 3 cuadrantes de 2 m y con 5 surcos para cada.....	21
Figura 4. Diseño de la cama de siembra, seccionada en tres cuadrantes/variedad con cinco repeticiones (cinco surcos) para cada variedad. S= surco; H1, H2 y H3= variedades .....	21
Figura 6. Siembra de 50 semillas por surco.....	22
Figura 7. Emergencia de plántulas de tres variedades de frijol. ....	28
Figura 8. Germinación de semillas de la variedad H3 Bayo Azteca.....	28
Figura 9. Altura promedio de plantas de frijol por variedad. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ). ....	29
Figura 10. Diámetro del tallo de plantas de frijol de las tres variedades. Letras diferentes sobre la línea indican diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ). ....	29
Figura 11. Contenido de clorofila en hojas de plantas de frijol de diferentes variedades a lo largo de la cosecha. ....	30
Figura 12. Número de flores en anthesis por variedad de plantas de frijol. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre variedades ( $p > 0.05$ ). ....	30
Figura 13. Flor de variedad H1 Flor de Durazno, flor de variedad H2 Primavera 28 y flor de variedad H3 Bayo Azteca, en orden. ....	31
Figura 14. Número de vainas/planta por variedad de frijol. Letras diferentes sobre la barra indican diferencias significativas entre variedades ( $p < 0.05$ ). ....	31
Figura 15. Vainas inmaduras de una planta en variedad H2 Primavera 28.....	32
Figura 16. Número de vainas cosechadas por variedad y su condición. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre las variedades ( $p < 0.05$ ). ....	33
Figura 17. Vaina llena con 5 semillas en variedad H1 Flor de Durazno, vaina llena con 5 semillas en variedad H2 primavera 28 y vaina abortada con semillas abortadas en variedad H1 Flor de Durazno.....	33
Figura 18. Peso promedio de vainas por variedades de frijol. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre las variedades ( $p > 0.05$ ). ....	34
Figura 19. Longitud de vainas por variedad de frijol. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre las variedades ( $p > 0.05$ ). ....	34
Figura 20. Número de semillas por vaina de variedades de frijol. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre las variedades ( $p > 0.05$ ). ....	35
Figura 21. Peso promedio de la semilla por variedad de frijol. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre las variedades. ....	36
Figura 22. Histograma de frecuencia del peso de una semilla por variedad. ....	36
Figura 23. Peso de 100 semillas por variedad. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ). ....	38
Figura 24. Rendimiento por metro cuadrado por variedad. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ). ....	38
Figura 25. Amarre floral, fruto inmaduro y fruto maduro.....	40
Figura 26. Radiación recibida por variedad a lo largo del tiempo en la cama de cultivo, luz recibida a las 11:30 a.m.....	42

Figura 27. Radiación recibida por variedad a lo largo del tiempo en la cama de cultivo, luz recibida a las 12:30 p.m. ....	42
Figura 28. Radiación recibida por variedad a lo largo del tiempo en la cama de cultivo, luz recibida a las 14:00 p.m. ....	43

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Requerimientos Agroecológicos del frijol (Garza-García, Jacinto-Hernández y Garza-García, 2010; Alemán, 2006; Campos, Osoria y Espinosa, 1998).....	11
Cuadro 2. Trabajos relacionados con el manejo orgánico de diferentes variedades de frijol ...	12
Cuadro 3. Trabajos relacionados con el tratamiento convencional de diferentes variedades de frijol. ....	15
Cuadro 4. Resultados de análisis realizado por el laboratorio de suelos de Chapingo al abono Bocashi .....	27
Cuadro 5. Variables de la calidad morfológica de las plantas de las tres variedades de frijol...	37
Cuadro 6. Etapas fenológicas del crecimiento de las tres variedades de frijol: H1, H2 y H3 por semana. Se desglosa la duración de la foliación, floración y fructificación, así como siembra y cosecha.....	39
Cuadro 7. Etapas fenológicas del crecimiento de las tres variedades de frijol: H1, H2 y H3. Las etapas registradas son: Siembra, Inicio de Floración, Amarre floral, presencia de fruto Inmaduro, Fruto Maduro o seco y fecha de Cosecha.....	40
Cuadro 8. Análisis Químico Proximal de las variedades H1, H2 y H3. Con los valores de materia seca, humedad, proteína cruda, extracto etéreo, ceniza, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno por variedad. ....	41
Cuadro 9. Costos de semillas, abonos, materiales y mano de obra de la variedad H1 Flor de Durazno utilizados en la siembra y cosecha.....	44
Cuadro 10. Costos de semillas, abonos, materiales y mano de obra de la variedad H1 Primavera 28 utilizados en la siembra y cosecha. ....	45
Cuadro 11. Costos de semillas, abonos, materiales y mano de obra de la variedad H3 Bayo Azteca utilizados en la siembra y cosecha.....	46
Cuadro 12. Resumen de los resultados.....	47

## RESUMEN

El frijol en México ha sido uno de los alimentos base para la población, el cual por generaciones se ha sembrado de manera local y para autoconsumo, con semillas criollas y adaptadas a la región. Actualmente el INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarías) trabaja en el mejoramiento genético de variedades de frijol de los Valles Altos de la República Mexicana, con el fin de recuperar adaptaciones morfológicas y fisiológicas, para maximizar el rendimiento, y fomentar el uso de estas variedades en cada región productora, sin embargo, los cultivos se realizan con fertilización química. El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento y rendimiento de tres variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) adaptadas a Los Valles Altos de la República Mexicana: variedad H1 Flor de Durazno, 2016; variedad H2 Primavera 28, 2017 y variedad H3 Bayo Azteca, 2016, con la aplicación del abono orgánico bocashi. El experimento se realizó de marzo a agosto del 2018, en el Vivero Chimalxochipan de la FES Zaragoza, UNAM, en una parcela al aire libre, dividida en tres cuadrantes de 2 m<sup>2</sup>, y cada una abonada con 5 kg de bocashi. En cada cuadrante se sembraron las tres variedades de frijol, con una densidad de 37 plantas/ m<sup>2</sup>, con riego por goteo tres veces a la semana. Las tres variedades desarrollaron su ciclo de vida con una fenología similar a la reportada en la literatura. La floración y fructificación fue diferencial entre variedades, utilizando el abono bocashi. La variedad H2 Primavera 28 presentó el mayor rendimiento (271 g/m<sup>2</sup>) y mejor calidad morfológica, con un índice de Dickson de 0.039 y con semillas de menor tamaño y peso (18.04 g / 100 semillas). La variedad H1 Flor de Durazno presentó el ciclo de vida más corto con 96 días, la tasa de emergencia más alta (96.0 %), al igual que la TCR (0.042 cm.cm<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>), vainas más largas (11.72 cm), pesadas (1.66 g) y un rendimiento de 188 g/m<sup>2</sup>; la variedad H3 Bayo Azteca presentó la mayor altura (68.32 cm), ciclo de vida más largo (119 días), menor número de vainas abortadas/planta (20.8), mejor índice de esbeltez (14.03) con un rendimiento de 236 g/m<sup>2</sup>. Las tres variedades presentaron valores de proteína cruda, humedad, ceniza y extracto etéreo, aceptables para su consumo. Los costos de producción resultaron muy altos para las tres variedades, con un costo promedio/kg de \$269.74. Se concluye que las tres variedades mejoradas de frijol, pueden cultivarse en la Ciudad de México, que incluye los Valles Altos de la República Mexicana, utilizando abono orgánico bocashi, con rendimientos similares a los del cultivo con fertilización química pero con un costo / beneficio menor a 1.

## I. INTRODUCCIÓN

En México, el frijol es y ha sido un alimento base para la cultura a lo largo de la historia. Originario de América y domesticado en México (Guzmán y Acosta, 2006), se tiene registro de la domesticación de *Phaseolus vulgaris* en el Valle de Tehuacán, Puebla, hace aproximadamente 7000 años (Hernández-López, Vargas-Vázquez, Muruaga-Martínez, Hernández-Delgado y Mayek-Pérez, 2013). Aunque no es sino hasta el descubrimiento de América, que el frijol empieza a ser cultivado en otras partes del mundo, siendo reconocido por su bajo costo comercial, alto valor nutrimental y gran número de variedades debido a la adaptabilidad a climas cálidos, templados y a diferentes altitudes (Muñoz, 2010). Dentro de las variedades conocidas, es México el que cuenta con la mayor riqueza de éstas, debido a la gran importancia de la semilla para la sociedad.

El género *Phaseolus*, incluye a cinco especies domesticas de frijol, entre las que se encuentra el frijol común; las cinco especies son: *P. vulgaris* (frijol común), *P. lunatus* (frijol lima), *P. acutifolius* (frijol tépari), *P. coccineus* ssp. *Coccineus* (frijol ayocote) y *P. dumosus* = *P. polyanthus* (= *P. coccineus* ssp. *Darwinianus*) (frijol de año) (Hernández-López *et al.*, 2013).

Durante siglos, la humanidad ha realizado la agricultura de manera local, para el auto consumo y con semillas criollas; heredando las tierras y conocimientos de padres a hijos. De esta manera, el germoplasma utilizado es descendiente de la cosecha anterior y del mismo sitio de trabajo. El resultado de esto, son semillas adaptadas a la región, con un mejor crecimiento y rendimiento para el agricultor. A pesar de esto, la industria actualmente utiliza agroquímicos y maquinaria pesada en la agricultura, con el fin de obtener un mayor rendimiento en cultivos a gran escala (Altieri y Nicholls, 2012). El resultado de la industrialización de la agricultura, desplazando a la local; generó una pérdida de semillas adaptadas a la región y permitió el crecimiento de cultivos con semillas mejoradas que requieren de paquetes tecnológicos más complejos para un óptimo rendimiento (Gliessman, 2013).

A partir de esta problemática, en México, el INIFAP se ha dedicado al mejoramiento genético de semillas, para volver a sembrar variedades nacionales adaptadas a cada región agraria procurando un alto rendimiento. Estas semillas son las más idóneas para la agricultura, debido a su importancia histórica, biológica y agrícola.

Sin embargo, los cultivos de semilla mejorada se realizan bajo la aplicación de fertilizantes químicos (Martínez, Sarmiento, Fischer y Jiménez, 2009), que aplicadas en exceso dañan el medio ambiente y la salud de los consumidores, por lo que es importante utilizar alternativas como la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo del frijol que no impacten el ambiente y contribuyan a recuperar el conocimiento tradicional sobre el mantenimiento de la fertilidad de los suelos, que practicaban los pueblos mexicanos.

Durante la Revolución Verde se logró aumentar la producción alimentaria con un costo ecológico elevado, debido a la dependencia de productos químicos, así como la degradación

física y biológica del suelo. La salinización, pérdida de estructura y erosión se debió en gran medida a la falta de reposición de materia orgánica y descanso del suelo, así como al uso de fertilizantes y a la pérdida de biodiversidad (Vargas-Munar, Corredor, Jiménez, Lince y Merchán, 2012).

El presente trabajo tuvo como objetivo: evaluar la adaptabilidad de tres variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris* var. H1 Flor de Durazno, 2016; *Phaseolus vulgaris* var. H2 Primavera 28, 2017 y *Phaseolus vulgaris* var. H3 Bayo Azteca, 2016, al cultivo ecológico, utilizando abono orgánico bocashi.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 Adaptabilidad y frijol

El frijol en México presenta muchas variedades, cada una de ellas, con características fitogenéticas únicas, lo que las hacen más aptas para crecer y desarrollarse en cierta región (Soto, Corral, González y Ildefonso, 2005). Esta diversidad genética es fruto de una adaptación y domesticación en diferentes partes del territorio nacional. En el caso del *P. vulgaris*, Soto *et al.* (2005), colocan a la región centro-occidente (Jalisco-Guanajuato) como el área más probable para su domesticación.

Por su parte, Gordón-Mendoza, Camargo-Buitrago, Franco-Barrera y González-Saavedra (2006) definen a la adaptabilidad como “*La capacidad de los genotipos de aprovechar ventajosamente los estímulos del ambiente*”; estos autores también señalan a la adaptabilidad como el acto de “*Responder a la selección mediante la variabilidad genética*”. Mientras que Laing (1978) define la adaptabilidad como: “*El material que presenta un alto nivel de comportamiento relativo bajo una gama relativamente baja de ambientes*”. Como es el caso de las tres variedades de frijol de este trabajo, que están adaptadas a los Valles Altos de la República Mexicana.

La adaptabilidad está relacionada con la estabilidad o variedad estable, es decir (Gordón-Mendoza *et al.*, 2006) “*La capacidad de amortiguamiento o flexibilidad que presenta una variedad para cambiar en actitud, es decir, variedades capaces de dar un buen rendimiento pese a las condiciones ambientales*”.

Cabe mencionar que las adaptaciones presentes en el frijol en territorio nacional se han dado en resistencia a frío, altitud, sequía, y precipitación, época de lluvias, altas temperaturas, pudrición radical, gorgojo, entre otros (Soto *et al.*, 2005). Características que por lo general se encuentran en diferentes variedades, por lo que la unificación de estas adaptaciones en una sola variedad es de interés nacional.

Las tres variedades utilizadas en este trabajo ya han sido previamente mejoradas y presentan más de una de estas características de las tres en un individuo. Y a su vez se mejoraron para adaptarse a los Valles Altos de la República Mexicana y en particular en este trabajo, se analizará cuál es la variedad que responde mejor en la Ciudad de México (mejor rendimiento), al cultivo ecológico con abono orgánico bocashi.

## **2.2 Agroecología**

La agricultura industrial, genera grandes impactos ambientales a los ecosistemas naturales. Afortunadamente, en las últimas décadas se ha estado promoviendo una agricultura más responsable con el ambiente y la sociedad, basada en principios que rigen la estructura y funcionalidad de los ecosistemas naturales y que se le conoce como Agroecología (Caldas, 2013). La Agroecología aplica principios ecológicos como la recirculación de los nutrientes, los flujos de energía, el control de poblaciones, y las interacciones biológicas que rigen la sostenibilidad de un ecosistema natural, los cuales deben ser considerados al momento de diseñar un sistema de producción o agroecosistema ecológico cuyo impacto en el ambiente es menor que uno basado en el uso de la energía fósil (Martínez et al., 2009). La Agroecología con sus prácticas como uso de abonos orgánicos, labranza mínima, policultivos, control holístico de plagas y uso de variedades criollas, ha demostrado la obtención de rendimientos aceptables, sostenibles y de bajo impacto para el medio ambiente (Caldas, 2013 y Andersen y Pazderka, 2003).

Gliessman (2013), menciona que la Agroecología “Tiene el objetivo explícito de transformar los sistemas alimentarios hacia la sostenibilidad, en la que hay un equilibrio entre la responsabilidad ecológica, la viabilidad económica y la justicia social”.

## **2.3 Abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos son el resultado de la descomposición de residuos orgánicos, como el estiércol, rastrojo y plantas y animales muertos, por colonias de bacterias, hongos, protozoarios y otros macroorganismos como gusanos, hormigas, y cochinillas, entre otros, en humus rico en nutrientes útiles para el crecimiento de las plantas (Paredes, Pons y Gámez, 2007; FAO, 2011). Estos abonos orgánicos, además de proporcionar nutrientes para las plantas, corrigen deficiencias y mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Arcos, Matu y Cortéz, 2012).

## **2.4 Costos de los alimentos orgánicos**

Los alimentos orgánicos tienen un costo más elevado que los alimentos convencionales, o provenientes de la agricultura industrial, debido a numerosos factores, como el hecho de que cada alimento involucra un manejo especial, evitando de esta manera la agricultura a gran escala. Otro factor referente al elevado costo es la cadena de producción, ya que los productos orgánicos son vendidos directamente por los productores o con menos intermediarios que los convencionales, proporcionándole un costo más elevado, debido a que el agricultor debe de

realizar varios pasos de la cadena que siguen los alimentos desde la siembra y hasta llegar a una mesa para su consumo (FAO, s.f.; Profeco, 2018).

Un factor clave para la Agricultura Orgánica es el cuidado del medio ambiente y el bajo impacto que genera; así como el cuidado de la salud del agricultor, al no manipular plaguicidas (Díaz, Pérez y Hernández, 2015). Una agricultura con menor impacto al medio ambiente suele emplear a más personas para obtener el mismo rendimiento, además de emplear abonos orgánicos elevando los costos de producción y disminuyendo las ganancias al final de la cosecha. Pero con una mayor demanda a la oferta en el mercado, siendo estas las causas del elevado costo de los alimentos orgánicos (Cajamarca y Velecela, 2015).

Este costo a su vez está cubriendo futuras externalidades que la agricultura convencional no contempla, como la eliminación de riesgos de salud para los agricultores al no utilizar plaguicidas; un mayor desarrollo rural y creación de empleos al requerir más mano de obra, además de asegurar ingresos justos; bienestar en vida para animales; y el punto más importante, la protección del medio ambiente al prevenir contaminación, pérdida de diversidad y resiliencia del ecosistema (FAO, s.f. del link: <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq5/es/>) De esta manera un costo más elevado de los alimentos orgánicos con respecto al alimento convencional, está previniendo el daño al medio ambiente y utilizándose para mantener la fertilidad del suelo, biodiversidad y manteniendo el alimento libre de plaguicidas e insecticidas. Externalidades que solo recaían en el agricultor y no en los consumidores, como ocurre con la agricultura orgánica.

## **2.5 Calidad de alimentos orgánicos**

La calidad de los alimentos orgánicos se puede presentar o identificar de diferentes maneras. Todas ellas con un enfoque diferente, pero válido. Por ejemplo, bajo los conceptos básicos de calidad, esta se puede medir por su nivel de higiene, nutrientes, organolépticos, satisfacción, placer y simbolismo; aunque, también puede presentarse de una manera legal, donde se valida que cumple con los parámetros para su venta y distribución (Gutiérrez-Pérez, Morales y Limón Aguirre, 2013).

Desde otra perspectiva, la calidad de los productos orgánicos se ve reflejada en su compromiso con el medio ambiente, al promover una agricultura sana y segura, por presentar un bajo impacto ambientalmente, mediante agroecosistemas, respetando los ciclos de cultivo, rotación de cultivos, cuidado del agua y evitando la erosión del suelo, para cumplir con el objetivo de una agricultura sostenible social, ecológica y económicamente y, por presentar un pago justo para los agricultores (Rodríguez, Lupín y Lacaze, 2008; Ortiz y Flores, 2008). Para asegurar que los alimentos orgánicos cumplen con estos parámetros de calidad, se deben de someter a una certificación anual, donde se valora si el proceso de siembra y cuidados cumplen con los lineamientos para ser considerado orgánico, de ser así, se le otorga un sello de calidad que lo certifica como orgánico, asegurándonos que este cultivo estuvo libre de residuos sintéticos y ajenos a un agroecosistema convencional (Monroy, 2008; Ortiz y Flores, 2008).

## **2.6 Costos de las externalidades de los alimentos convencionales**

La agricultura convencional genera daños al ambiente y al ecosistema, sobre explotando recursos naturales, suelos, utilizando pozos de agua cada vez más profundos y generando un impacto negativo sobre el medio ambiente y la biodiversidad; a lo que se le conoce como externalidades de la agricultura convencional, que no son tomadas en cuenta para el costo al consumidor (Caldas, 2013 y Brown, 2015). Esta agricultura se basa en prácticas establecidas, como: labranza intensiva, monocultivos, irrigación, aplicación de fertilizantes inorgánicos, control químico de plagas y manipulación genética de los cultivos. Prácticas con las que se esperan maximizar la producción y las ganancias económicas, pero que inevitablemente dañarán al ecosistema (Caldas, 2013). Dando como resultado la necesidad de utilizar productos químicos para hacer frente a plagas generadas por los monocultivos y a la erosión del suelo que es fruto de la sobre explotación del mismo, por lo que la agricultura convencional no es sostenible, al destruir recursos naturales como el suelo, agotar pozos de agua, contaminarlos y mermar la biodiversidad (Charvet, 2012).

Algunos ejemplos de las externalidades generadas por la agricultura son el aumento en el uso de herbicidas con el paso del tiempo, llegando a triplicarse; o por costos sociales al presentar grandes extensiones de un solo cultivo que termina por impactar a las comunidades aledañas, orillándolas a migrar a las ciudades y tener que trabajar en algo ajeno a sus deseos y objetivos personales (Salmerón y Valverde, 2016; Sarandón, 2015).

Entre las externalidades registradas se encuentra el uso de plaguicidas, los que generan un impacto negativo en la vida silvestre, al afectar la reproducción, crecimiento y funcionamiento del sistema endocrino e inmunológico; así como otras enfermedades como el cáncer, interferencia en el desarrollo de embriones y disrupción de los sistemas reproductivo, endocrino, inmunológico y nervioso (Pérez y Landeros, 2009).

Así mismo, las externalidades pueden incluir también a la degradación del suelo, con la pérdida de fertilidad, salinización, erosión, pérdida de cubierta vegetal, contaminación y compactación de suelos (Pérez y Landeros, 2009).

Estas externalidades también impactan al agricultor con pérdida de cultivos, eliminación de enemigos naturales de plagas y destrucción de mecanismos de control natural. Lo que desemboca en una inversión del agricultor en control de plagas, que a su vez genera unas externalidades en impacto al ambiente y salud social, lo que puede alcanzar los 8 billones de dólares al año (Altieri, 2009).

## **2.7 Impactos de los alimentos orgánicos y convencionales en la salud del ser humano**

En que la Agricultura Industrial, presenta algunos métodos cuestionables, como el uso de transgénicos o de plaguicidas. Sin ser tan conocidas las desventajas de consumir alimentos

transgénicos, como son el hecho de que no se sabe que consecuencia pueda tener el consumirlas a largo plazo o las alergias que pueden generar en potencia al juntar genes de dos especies diferentes que presentan registros de alergia en humanos (Álvarez, Díaz y López, 2005). Así mismo, los plaguicidas siguen siendo usados, sin importar el daño a la salud que pueden llegar a ocasionar, debido a biomagnificación y acumulación en los humanos, hasta llegar a niveles alarmantes (Álvarez, Díaz y López, 2005).

Por otro lado, la Agricultura Orgánica no presenta los problemas de la Agricultura convencional. La agricultura orgánica presenta inocuidad en los alimentos, así como alimentos frescos, sanos y libres de plaguicidas o contaminantes. Esta agricultura es una alternativa contra la agricultura convencional que presenta externalidades en los alimentos, como son: falta de sanidad, presencia de residuos químicos, coliformes, transgénicos y antibióticos (Pérez- Vásquez, Lang-Ovalle, Peralta-Garay y Aguirre-Pérez, 2012).

A pesar de las posturas de ambos tipos de agriculturas, los consumidores suelen guiarse por problemas o necesidades diferentes, como la presencia o ausencia de cierto componente, como el gluten, por ejemplo. Minimizando el problema de plaguicidas en los alimentos (Ophuis, 1991). Los consumidores también suelen ser dirigidos por la publicidad, al darles falsas promesas de que cierto alimento puede curar o ayudar a combatir cierto problema de salud, a pesar de que el problema de salud pueda ser ocasionado por consumir alimentos que no están libres de residuos químicos (Díaz Rojo, 2003). Por último, el público que si acude en busca de alimentos orgánicos suele hacerlo debido a sus beneficios a la salud, por sobre los beneficios sociales y ambientales. Al ser más entendibles las desventajas que supondría para la salud el consumir alimentos producidos con la agricultura convencional (Díaz, 2003).

## **2.8 Bocashi**

El abono bocashi es orgánico y de origen japonés que significa “materia orgánica fermentada”, para esto se utiliza el calor generado por una fermentación aeróbica producida por micro organismos eficientes (FAO, 2011). El Bocashi presenta características particulares, pues aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo al fomentar el crecimiento de bacterias aeróbicas para la fermentación, mejora las características físicas del suelo al aportar materia orgánica fresca con una buena relación C:N, llegando a recuperar suelos erosionados precisamente por el aporte de materia orgánica, reduce la acidez en el suelo acercándolo a un pH neutro, aporta los nutrientes necesarios para que el frijol lleve a cabo su crecimiento y desarrollo sin problemas nutrimentales (Iñiguez, 2010), libera nutrientes gradualmente debido a la descomposición de la materia orgánica y absorción por la planta (Ramos y Terry, 2014). El proceso de elaboración del bocashi es un proceso de semi descomposición aeróbica que se lleva a cabo en los residuos orgánicos por parte de microorganismos eficientes y que, debido a esta característica, el bocashi es utilizado aun cuando no se ha terminado de descomponer, razón por la cual se recomienda no colocar en contacto directo con la raíz de la planta.

## **2.9 Frijol en México**

En México, el frijol ha sido y es un alimento base para la población debido a su alto valor nutricional, y gran aporte de proteínas. Históricamente se ha sembrado y consumido acompañado de maíz y de chile. Creando de esta manera una dieta balanceada y base para las civilizaciones mesoamericanas. El frijol es altamente consumido en México debido a su disponibilidad y bajo costo, resultado de cerca de 70 variedades de frijol en México, distribuidas en siete grupos: negros, amarillos, blancos, morados, bayos, pintos y moteados (Flores, 2015).

Se estima que el consumo anual per cápita nacional es de 9.9 kg, siendo la demanda del frijol en México casi en su totalidad cubierta por la producción anual. En el 2016 las 1.08 millones de toneladas generadas cubrieron el 89.24% del consumo nacional, siendo exportado el restante a EUA, Canadá y China. Esto coloca a México como el 5° productor a nivel mundial de frijol (SAGARPA, 2017).

La producción en México se da principalmente de manera mecanizada (86.98 %), aunque el 76.07 % de las 1.63 millones de ha sembradas en 2016 son de temporal (SAGARPA, 2017).

En México, el frijol ocupa el cuarto lugar en importancia, debido a la superficie sembrada. Ubicado solo debajo del maíz, pastos y sorgo. Por otro lado, desde el valor de la producción primaria, se ubica en la undécima posición. Siendo las variedades más producidas el frijol negro, pinto, flor de mayo, azufrado y flor de junio (FIRA, 2016).

## **2.10 INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas, Pecuarias) y el mejoramiento genético del frijol**

El INIFAP ha tenido como objetivo el de innovar el germoplasma nacional para lograr de esta manera la autosuficiencia y soberanía alimentaria. Es por lo que se ha dedicado al estudio y mejoramiento de especies de interés económico nacional para maximizar su rendimiento y disminuir su incidencia de plagas y enfermedades. Es por lo que a través del “Programa de Mejoramiento de frijol para Valles Altos” se ha encargado de desarrollar variedades mejoradas de acuerdo con las necesidades o peticiones de agricultores nacionales. Estas semillas además presentan características de calidad comercial, tienen diferentes duraciones de ciclos de vida, desde cortó hasta intermedio o largo; también presentan resistencia a las enfermedades más comunes que aquejan a los cultivos de frijol en México, como el tizón común y tizón de halo roya. A pesar del esfuerzo del INIFAP, actualmente el uso de dichas semillas es reducido, en México, aún se utilizan semillas criollas obtenidas de la cosecha anterior o de intercambio con productores (Cid, Reveles, Mena y Velázquez, 2014).

## 2.11 Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

El frijol perteneciente al género *Phaseolus* del grupo de las leguminosas, es una planta con importancia agrícola debido a su fruto de vaina que produce semillas comestibles para el humano.

### Taxonomía

- Reino: Plantae
- División: Magnoliofitas
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Fabales
- Familia: Fabaceae
- Género: *Phaseolus*
- Especie: *Phaseolus vulgaris* L.
- Nombre común: Frijol, frejol, judía, poroto, alubia, habichuela.
- Variedad: H1 flor de durazno 2016; H2 primavera 28 2017; H3 Bayo azteca 2016.

## 2.12 Hábitos de crecimiento de las plantas de frijol

**Tipo 1:** Es un hábito de crecimiento determinado arbustivo. En este caso el tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada. El crecimiento se detendrá una vez empieza la floración. Presenta de 5 a 10 internudos comúnmente cortos, con una altura que va de los 30 cm a los 50 cm. La floración y madurez es rápida y la madurez de vainas es concentrada. Los primeros botones florales aparecen en el nudo superior del tallo y es allí donde empiezan a florecer, siendo las siguientes en florecer las inferiores.

**Tipo 2:** Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo. El crecimiento del tallo continua durante la floración, con un hábito erecto y de pocas ramas, presenta una guía de poco crecimiento en el ápice apical del tallo que continúa creciendo durante la fase reproductiva. La ramificación es ascendentemente empezando en las inserciones basales; de la misma manera, los primeros racimos florales surgen de la axila de las hojas trifoliadas inferiores, abriendo primero, continuando con una floración ascendente. El crecimiento vegetativo culminará una vez las vainas estén alargadas y empiecen a alargarse.

**Tipo 3:** Hábito de crecimiento indeterminado postrado: las plantas presentan un importante sistema de ramificación, además de un hábito postrado. En este hábito el tallo principal y sus ramificaciones presentan aptitud trepadora, debido a las guías que presentan en el ápice apical del tallo. Los primeros racimos florales surgen de la axila de las hojas trifoliadas inferiores, continuando con la floración ascendentemente. Las ramas, estas florecerán de manera ascendente a partir de la inserción basal. Las guías tienden a alejarse del área foliar de la planta o en su defecto del cultivo, expresando esta actitud iniciada la floración. Los internudos de las

guías están mucho más separados que los del tallo. La floración es más prolongada y se puede dar por fases; por otro lado, el llenado de vaina es menos concentrado. El crecimiento vegetativo culmina con el inicio del llenado de las vainas, alargándose un poco más en algunos casos. (CIAT, 1986; UC, SF del link: [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/legumino/frejol/crecimie.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/frejol/crecimie.htm) ).

## **2.13 Características de las variedades de frijol**

### **2.13.1 Flor De Durazno 2016**

Esta variedad presenta cruza con cacahuete, siendo esta una razón por la que es difícil de obtener. Presenta poca plasticidad y sensibilidad. Su semilla es blanca con rosa, típicamente conocida como Flor de mayo (figura 1).

Presenta hábito de crecimiento tipo 1, con ciclo de 102 a 108 días. Su rendimiento va de los 1.2 ton ha<sup>-1</sup> a 1.5 ton ha<sup>-1</sup>. Se siembra entre el 16 de junio y 15 de julio. Es la variedad más antigua de las trabajadas con más de 2 años en el mercado (Com. Pers. Garza García ,2018).

### **2.13.2 H2 Primavera 28 2017**

Esta variedad es descendiente del frijol “Negro Jamapa” y es originario de la zona de transición del territorio nacional. Esta variedad se origina por cruza por hibridación de criollo con otras variedades, tomando alrededor de 5 años. Su semilla es completamente negra y pequeña (figura 1).

Esta variedad es de hábito tipo 2, con un ciclo de 112 a 115 días. Se obtiene un rendimiento de 2 a 2.3 ton por ha, aunque se han registrado hasta 4 ton ha<sup>-1</sup>. Se siembra entre mayo y 15 de julio. Fue liberado al mercado hace aproximadamente dos años (Com. Pers. Garza García, 2018).

### **2.13.3 H3 Bayo Azteca 2016**

Esta variedad presenta semilla amarilla y grande (Fig. 1), a pesar de que el tipo de crecimiento 3 típicamente tiene semillas pequeñas. Esta variedad se utiliza como progenitor universal, debido a su alta plasticidad. El bayo azteca fue la primera variedad con resistencia al picudo del ejote, presente en Guatemala y México, por lo que la cruza para obtener la variedad “H3 Bayo Azteca 2016” se realizó a partir de 7 padres, cada uno con resistencia a algún problema, como bacterias, acteriosis, Fusarium, resistencia al picudo, a heladas, entre otros. A partir de la cruza de estas siete variedades se obtuvo la F1 que se utilizó para obtener la variedad actual. Este proceso tardó 15 años.

Presenta hábito de crecimiento tipo 3, con un ciclo de 112 a 118 días. Con un rendimiento de 3 a 3.5 ton ha<sup>-1</sup>. Se siembra del 15 de mayo al 15 de junio. Fue liberado al mercado en 2016 (Com. Pers. Garza García, 2018).

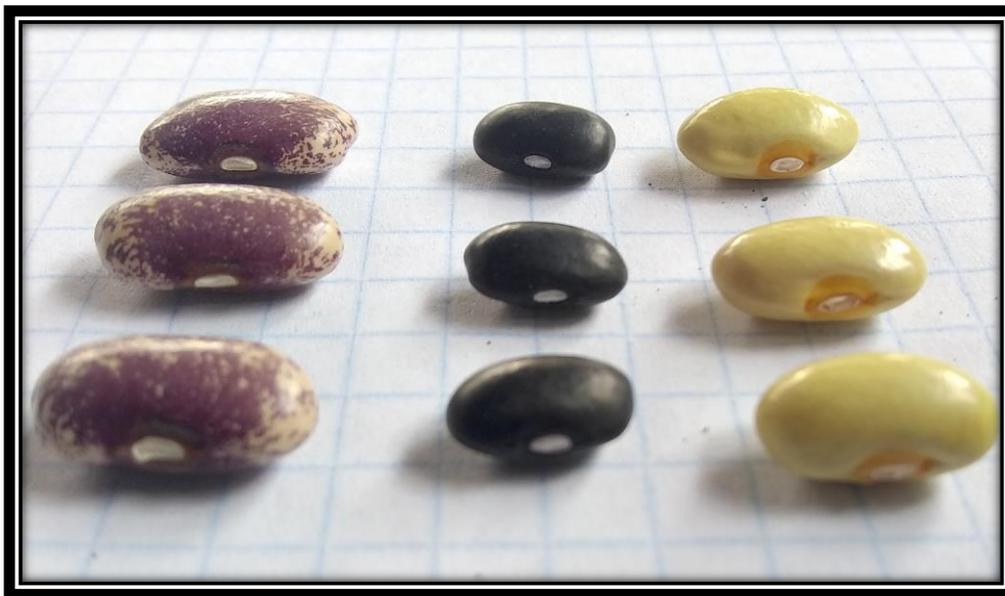


Figura 1. Semillas de frijol variedad H1 Flor de Durazno, variedad H2 Primavera 28 y variedad H3 Bayo Azteca, respectivamente.

#### **2.14 Requerimientos agroecológicos para el cultivo del frijol**

Los requerimientos nutrimentales promedio para las diferentes especies de frijol por hectárea son de: N= 102, P= 9, K= 93, Ca= 54, Mg= 18 y S= 25, kg; mientras que los requerimientos agroecológicos presentan un riego moderado, temperatura entre 15-27 °C, sembrarse entre mayo y junio, en una altitud máxima de 2300 m snm y de preferencia un suelo arcillo-arenoso (Cuadro 1).

Cuadro 1. Requerimientos Agroecológicos del frijol (Garza-García, Jacinto-Hernández y Garza-García, 2010; Alemán, 2006; Campos, Osoria y Espinosa, 1998)

**Requerimiento**

<b>N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	102	<b>Agua/ temporal</b>	Temporal lluvioso mayor a 300 mm y riego de auxilio de 1.5 a 2 horas
<b>P (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	9	<b>Temperatura</b>	15-27 °C
<b>K (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	93	<b>Siembra</b>	Primavera-verano: Mayo-junio
<b>Ca (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	54	<b>Altitud</b>	Hasta 2300 m snm
<b>Mg (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	18	<b>pH</b>	5.5 a 8.1
<b>S (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	25	<b>Suelo</b>	Migajón arcillo-arenosos

## 2.15 Trabajos relacionados en el tema

Cuadro 2. Trabajos relacionados con el manejo orgánico de diferentes variedades de frijol

### TRATAMIENTO ORGÁNICO

Autor	Título del trabajo	Resumen
<b>Butron (2015)</b>	Aplicaciones de Bocashi y Té de Compost en el rendimiento de frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Canario en condiciones del Valle De Sigüas – Arequipa	Se determinó la mejor cantidad de Bocashi y té de Composta para el rendimiento de frijol var. Canario. El diseño experimental se realizó con 5, 10 y 15 ton ha <sup>-1</sup> y 25 o 50% de té de compost. Los mejores resultados se obtuvieron con 15 ton ha <sup>-1</sup> de bocashi y 25 % de Té de compost, con 3320 kg ha <sup>-1</sup> . Este tratamiento también favoreció a la altura, número de flores, número de vainas y tamaño de vainas. Siendo el tratamiento con mejor rentabilidad, con 34.1 %.
<b>Cajamarca y Veleda (2015)</b>	Efecto de la aplicación de bocashi y biol en la productividad de fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ), variedad Blanco Belén	Se evaluó el rendimiento, rentabilidad, así como análisis costo benefició de la variedad Blanco Belén, con los abonos orgánicos Biol y bocashi. Para el diseño experimental se realizaron tratamientos con 0, 3 y 5% de biol junto con 0, 2 y 5% de bocashi. Los resultados para la producción tanto en verde como seca colocan al abono biol con 5% y 0% de bocashi como el que presentó mejor relación costo/ beneficio; en tanto que el abono con 0% de biol y 5% de bocashi fue el que generó mayor pérdida para la producción verde. Por último, el abono con 5% de biol y 5% de bocashi fue el que generó más pérdida.
<b>Paredes (2015)</b>	Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de frejol negro ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) variedad Brunca en el sector portal del lago, parroquia Chigüipe, Cantón Santo Domingo, Provincia Santo Domingo De Los Tsáchilas	Este trabajo evaluó tres abonos orgánicos con dosis similares en el cultivo de frejol negro. Los abonos utilizados fueron bocashi de porquinaza, bocashi de pollinaza y bocashi de vacuno. El tratamiento con bocashi de vacuno fue el que presentó mejores resultados, con mejores días a floración, altura, número de vainas, número de granos por vaina y rendimiento. También destaca este tratamiento por ser el que presentó mayor ingreso económico. Como conclusión es necesario aplicar abonos orgánicos sólidos para el aporte de nutrientes y estructura del suelo.

	... Continúa cuadro 2	
<b>Peñaloza (2014)</b>	Sustentabilidad de un cultivo de frijol ejotero ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en invernadero, biofertilizado con rizobios nativos del Estado de Morelos y Sur del Distrito Federal	El trabajo se dividió en dos partes: aislar cepas de rizobios que colonizan raíces de frijol ejotero, y en evaluar la capacidad productiva de los rizobios aislados en frijol ejotero. Como resultado la producción fue mayor en el suelo T; los rizobios aplicados como biofertilizante fue más eficiente que agroquímicos. Como conclusión es más conveniente utilizar biofertilizantes con cepas seleccionadas que agroquímicos.
<b>Vargas (2014)</b>	Efecto de tres abonos orgánicos en el cultivo de fréjol cuarentón ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ), en el recinto San Carlos, Parroquia Puerto Limón, Cantón Santo Domingo Provincia de los Tsáchilas	Se comparó el rendimiento de una variedad de frijol (Iniap-414 Yunguilla) con tres abonos orgánicos diferentes: bocashi a base de porquinaza, a base de pollinaza y de bovinos. Se colocaron 141.44 kg por tratamiento por hectárea y 0.16 kg por planta. La altura de planta a la cosecha, granos por vaina, vainas por planta y rendimiento se presentaron diferencias significativas. Con resultados muy por encima del testigo, comprobando que el uso de abonos orgánicos es necesario para un buen rendimiento.
<b>Aguilar-Benitez et al. (2012)</b>	Rendimiento de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en relación con la concentración de vermicompost y déficit de humedad en el sustrato.	Se evaluó el rendimiento, inflorescencias, vainas y biomasa de dos variedades de frijol: una resistente a sequía, y otra susceptible. Ambas, con tratamientos con y sin vermicompost, así como con riego y suspensión en la floración. Se obtuvo un 33 % más de rendimiento con 3 % de vermicompost en ambas especies. También se comprobó que el vermicompost modifica el sistema del suelo con la planta y mitiga las consecuencias de un estrés hídrico en el rendimiento.
<b>Rosales, Ibarra y Cuéllar, (2012)</b>	Pinto Centenario, nueva variedad de frijol para el estado de Durango	Los agricultores necesitan variedades precoces que produzcan grano tolerante al oscurecimiento y mayor tamaño en relación con Pinto Saltillo. La variedad Pinto Centenario fue creada con el método genealógico a partir de cruce de pinto mestizo y pinto saltillo. Presenta un rendimiento de 1242 kg ha <sup>-1</sup> ; con un ciclo de vida de 89 días y el peso de 100 semillas fue 35 g. Presenta habito de crecimiento tipo 3. Mostro tolerancia a antracnosis y roya, pero es susceptible a tizón común y pudrición de raíz.

... Continua cuadro 2

<b>Iñiguez (2010)</b>	Evaluar la aplicación de cinco tipos de abonos orgánicos en el rendimiento de fréjol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. en la  ...Continua cuadro 2.  comuna Collana Catococha	Se evaluó el efecto de los abonos: compost, bocashi, humus de lombriz, fosfo-estiércol y biol, así como los costos de producción. Se hicieron tratamientos con biol a 5 L y 10 L como factor en común, combinados con los otros 4 abonos y el testigo. Los resultados muestran diferencias significativas en porcentaje de emergencia, Días a floración, altura de la planta, numero de vainas y rendimiento. El mejor tratamiento fue el de Bocashi más biol con 5 L.
<b>Sánchez (2001)</b>	Pinto Saltillo: nueva variedad de frijol para el sureste del Estado de Coahuila	Pinto saltillo es una variedad obtenida por el INIFAP y el CIAT, liberada en 2001. Originaria de una cruza múltiple de las variedades Hidalgo 77, MAM 30, Michoacán 91, BAT76, BAT 93 y G5653. Presenta un hábito tipo 3, con 100 a 120 días para madurez en temporal o riego respectivamente. Con rendimiento de 1,136 kg ha <sup>-1</sup> en temporal y 2,304 kg ha <sup>-1</sup> en riego.

Cuadro 3. Trabajos relacionados con el tratamiento convencional de diferentes variedades de frijol.

TRATAMIENTO CONVENCIONAL

Autor	Título del trabajo	Resumen
<b>Villegas (2016)</b>	Evaluación del crecimiento y la actividad fotosintética de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Productor cultivado en condiciones de inundación	La variedad de <i>P. vulgaris</i> “productor” sobrevive 21 días en inundación, reduciendo su crecimiento y desarrollo radicular, presenta senescencia prematura a los 7 días, pero desarrolla raíces adventicias a los 14 días de inundación. En el lapso sin raíces adventicias, decae la conducta estomática y transpiración, se reduce la fotosíntesis, afectando el transporte electrónico y el ciclo de calvin. Una vez desarrolladas las raíces se recuperan los parámetros fotosintéticos.
<b>Poucell (2010)</b>	Análisis proximal y factores tóxicos naturales del frijol Comba ( <i>Phaseolus lunatus</i> ) y Peruano ( <i>P. vulgaris</i> ) crudos y cocidos; así como evaluación nutritiva de los frijoles cocidos, consumidos en San Miguel Totolapan, Gro.	Se analizó la cantidad de proteína en los dos frijoles y su contenido de toxinas antes y después de la cocción. Los resultados indican que el contenido de proteínas es similar para ambos frijoles, además de ser el esperado. Ambos frijoles crudos presentan agentes tóxicos que reducen la biodisponibilidad de la proteína endógena por grano, siendo peligrosos para la salud en este estado. Después de la cocción se da una detoxificación casi del total de las toxinas analizadas, por lo que son consumibles sin ningún riesgo. Adicionalmente el tratamiento térmico hace más biodisponible a la proteína.
<b>López de Jesús (2008)</b>	Evaluación del efecto de la deficiencia de fosfato inorgánico (Pi) sobre algunos de los componentes de semillas de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad canaria	La deficiencia de Pi provoca baja productividad en plantas de frijol, aunque la mayoría de las semillas no fueron afectadas, también se disminuyó el grado de fosforilación del almidón, por último, el almidón producido por plantas con deficiencia de Pi es más resistente a la degradación enzimática.

... Continua cuadro 3

<p><b>Sánchez (1998)</b></p>	<p>Fenología del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en Cuautitlán Izcalli, México</p>	<p>Se evaluó el cultivo de frijol Flor de durazno. Que presentó diferencias significativas entre tratamientos para los días de emergencia, días a fructificación, altura de planta a los 15 días y rendimiento por grano. La etapa vegetativa duró 39.5 días. El mejor rendimiento se obtuvo con 2.5 ton ha<sup>-1</sup>.</p>
<p><b>Zavala (1998)</b></p>	<p>Comparación del crecimiento y desarrollo de tres variedades de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i>) y una variedad de frijol ayocote (<i>P. coccineus</i>)</p>	<p>Se comparó la fenología, morfología, crecimiento y rendimiento de las variedades: Pinto Villa, Bayomex y Bayo Mecentral; y Blanco Tlaxcala del género <i>P. coccineus</i>. La variedad Blanco Tlaxcala tardó de 4-12 días menos en florecer que las demás, aunque su ciclo de vida fue mayor, con 135 días, 36 más que las variedades de <i>P. vulgaris</i>. El frijol común también presentó mayor cantidad de biomasa en fruto, también obtuvieron mayores rendimientos de grano. La variedad con mayor rendimiento de grano fue Pinto Villa que proviene de Durango, por lo que la lluvia contribuyó a su óptimo desarrollo.</p>

### III. JUSTIFICACIÓN

El frijol en México juega un papel indispensable en la dieta diaria del mexicano, por su aporte nutrimental y bajo costo. El frijol es originario de México donde se han desarrollado un gran número de variedades, por lo que se ha convertido en una planta de interés agrícola y económico para el país. Son estas variedades las que se consumen localmente, y a nivel nacional otras más comerciales (García et al., 2014). Actualmente en México la mayoría de la siembra de frijol se lleva a cabo con semillas locales y obtenidas de la cosecha anterior, teniendo adaptación al clima de la región, pero, con alta vulnerabilidad a plagas o enfermedades, obteniendo como resultado un bajo rendimiento en su cosecha (Cid et al., 2014).

Es por lo que el mejoramiento genético de semillas realizado por el INIFAP busca crear semillas resistentes a sequías, enfermedades como la roya y el picudo del ejote, a plagas como la mosca blanca, a problemas del ambiente como heladas, granizo y exceso de humedad que se culmina en pudrición de raíz. El INIFAP, ha logrado el mejoramiento con cruza de semillas locales con semillas de variedades resistentes a dichos siniestros, obteniendo como resultado final una semilla con las características de la semilla local, pero con resistencia a los problemas que le aquejaban al agricultor (Garza-García et al., 2010; Com. Pers. Garza García, 2018). Dichas semillas presentan alta resistencia a inclemencias y crecimiento en terrenos hostiles, desafortunadamente la fertilización y obtención de nutrientes no puede ser mejorada por cruza y selección artificial. Es de este modo que el frijol en México es fertilizado de manera foliar, con fertilizantes químicos, resolviendo de esta manera los problemas que presenta la planta en la floración y fructificación; pero, dejando de lado los problemas que esto puede ocasionar a la finca, como erosión del suelo, pérdida de agregación, materia orgánica, macro y micronutrientes, así como de fauna asociada. Las fertilizaciones químicas, aumentan año con año, debido a la pérdida natural de la fertilidad del suelo.

Es por ello que el manejo orgánico en el cultivo de frijol, a través de la aplicación de abonos orgánicos podría mejorar la fertilidad el suelo y producir rendimientos semejantes a los obtenidos con la agricultura convencional, además en el manejo orgánico se diversifica el agroecosistema, lo cual incrementa la presencia de organismos depredadores y parasitoides de los organismos plaga, y una gran cantidad de organismos benéficos como los polinizadores.

## IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿El cultivo orgánico del frijol produce un rendimiento de grano semejante al cultivo convencional?

## V. HIPÓTESIS

El rendimiento del frijol es una respuesta directa de la variedad debido a sus características genéticas; sin embargo, la aplicación de un abono orgánico como el bocashi, generará un mejor equilibrio entre el sistema suelo-planta en relación a disponibilidad de nutrientes y agua, lo cual se verá reflejado en un rendimiento semejante al obtenido en la agricultura convencional.

## VI. OBJETIVOS

### 6.1 Objetivo General

Analizar la adaptabilidad de tres variedades mejoradas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y adaptadas a Los Valles Altos de la República Mexicana: variedad H1 Flor de Durazno, 2016; *Phaseolus vulgaris* var. H2 Primavera 28, 2017 y *Phaseolus vulgaris* var. H3 Bayo Azteca, 2016, a la aplicación del abono orgánico bocashi.

### 6.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el crecimiento de las tres variedades cultivadas
- Determinar la calidad morfológica de las plantas por variedad [Índice de Dickson, Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)]
- Determinar la calidad fisiológica de las plantas por variedad
- Calcular el costo de producción del kilogramo de semillas por variedad

## VII. METODOLOGÍA

### 7.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en el Vivero Chimalxochipan de la Unidad de Investigación en Ecología Vegetal, Campo II de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (Fig. 2) en la Ciudad de México durante la temporada primavera-verano de 2018. El clima es templado subhúmedo con una media de 19.5° C en primavera – verano, y una precipitación media de marzo a julio del 2018 de 51.8 mm.

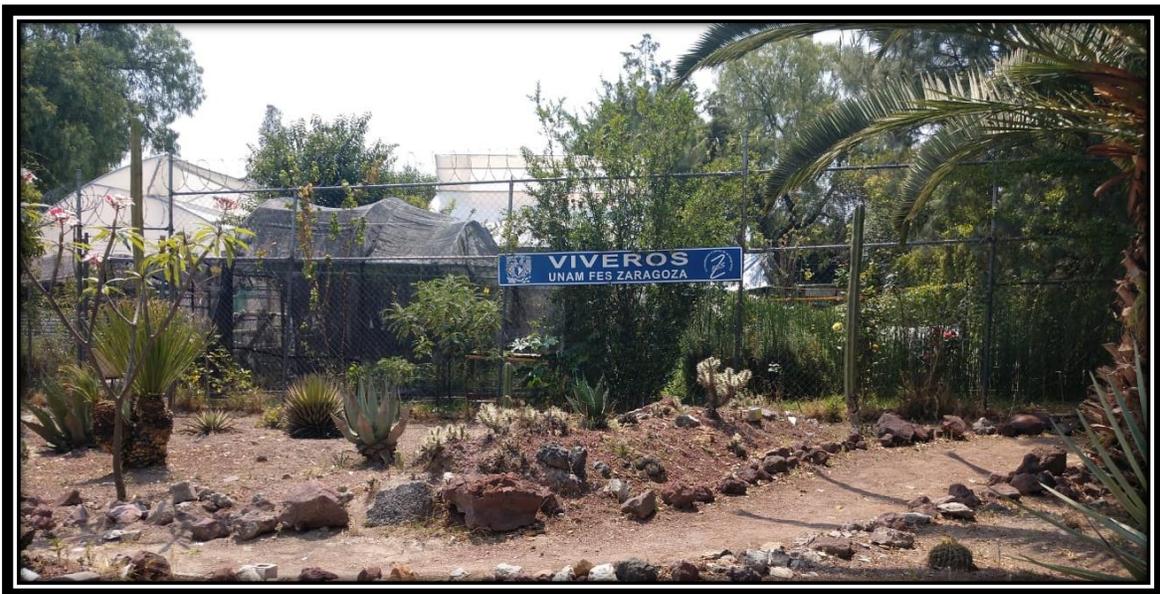


Figura 2. Vivero Chimalxochipan de la Unidad de Investigación en Ecología Vegetal, Campo II de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

### 7.2 Elaboración del abono orgánico bocashi

El Abono orgánico se realizó en el vivero Chimalxochipan, 15 días antes de realizar el trabajo de preparación de la parcela.

Para la preparación del abono bocashi se utilizó:

- 30 kg de tierra de monte
- 30 kg de estiércol
- 18 kg de salvado de trigo
- 10 kg de hojarasca
- 10 L de microorganismos eficientes concentrados

- 7.5 kg de carbón molido
- 4 L de melaza
- 2 L de leche
- 225 g de levadura de pan
- 1 g de cal
- 1 g de roca fosfórica
- 1 g de zeolita
- 1 g de dolomita

El bocashi se preparó en un lugar al aire libre, pero techado, sin relieve, para protegerlo del sol, del viento y de la lluvia. Para la mezcla de los componentes se utilizó un plástico de aproximadamente 3 m × 3 m, y este se extendió en el suelo. Posteriormente se agregaron en capas los componentes, siguiendo el siguiente orden: hojarasca, tierra, estiércol, salvado, carbón, levadura, melaza, dolomita, zeolita, cal, roca fosfórica, leche y microorganismos eficientes. Al terminar de agregarlos se colocaban de nueva cuenta empezando por la hojarasca, esto se repitió 3 veces, para homogeneizar la mezcla.

Una vez terminado este punto se prosiguió a mover el bocashi manualmente para homogeneizar el abono. Al terminar este punto se tapó con el mismo plástico, siguiendo un orden de izquierda a derecha, de tal manera que no se presentaran puntos que permitieran salir la humedad o entrar esta misma. El Bocashi se movió una vez al día por una semana, y se dejó reposar una semana más (Fig. 3).



Figura 3. Preparación de abono bocashi

Se utilizó la fórmula de un abono, previamente analizado (Laboratorio de suelos de Chapingo), donde se midió el pH, CE, Densidad aparente, MO, y las concentraciones de N, P, K, Na, Ca, Mg, CIC, Fe, Cu, Zn, Mn B

### 7.3 Preparación de la parcela

Para la siembra se utilizó una parcela dividida en tres cuadrantes cada una de 2 m<sup>2</sup>. Los cuadrantes se localizaron a cielo abierto y con disposición Norte – Sur. El suelo de la parcela se descompactó mediante el movimiento de los primeros 30 cm de la capa arable con la ayuda de una pala recta y posterior descompactado de los siguientes 30 cm con ayuda de un biello. Posteriormente se realizó un surco en cada cuadrante, de 2 m de largo, 20 cm de profundidad y 40 cm de ancho, para verter 5 kg de abono bocashi por cuadrante. El abono se tapó con suelo acumulado a los costados del surco. Finalmente, el abono se mezcló con la capa superficial de parcela a través del picado y movimiento de la capa arable con ayuda de un azadón.

La parcela se dividió en tres cuadrantes de 2 m<sup>2</sup> cada uno (Fig. 4). Cuadrante H1, Cuadrante H2 y Cuadrante H3, correspondiente a cada variedad. En cada cuadrante se realizaron cinco surcos de 15 cm de alto, 1 m de largo y 20 cm de ancho, numerados del 1 al 15 (S1-S15), con una separación de 15cm entre cada surco (Fig. 5). Posteriormente se abonó el espacio entre surcos con 330 g de bocashi (equivalente a 1 L) en proporción 2:1 y de manera superficial.

Norte	S15
	S14
Variedad	S13
H3	S12
	S11
	S10
Variedad	S9
H2	S8
	S7
	S6
	S5
Variedad	S4
H1	S3
	S2
Sur	S1



Figura 4. Parcela de 6 m × 1 m dividida en 3 cuadrantes de 2 m y con 5 surcos para cada

Figura 5. Diseño de la cama de siembra, seccionada en tres cuadrantes/variedad con cinco repeticiones (cinco surcos) para cada variedad. S= surco; H1, H2 y H3= variedades

## 7.4 Siembra de Frijol

La siembra de las tres variedades se realizó de manera directa, para lo cual, cada variedad se sembró en cada cuadrante de 2 m<sup>2</sup> de la parcela. En cada cuadrante, se realizaron 5 surcos (5 repeticiones) y en cada surco se sembraron 50 semillas, que fueron colocadas de manera lineal sobre cada surco. En cada cuadrante, se sembraron 250 semillas (cinco repeticiones de 50 semillas/variedad, cada una). Las semillas se sembraron a 1 cm de profundidad, con el embrión de lado, las semillas se taparon con 1 cm de sustrato procedentes del surco correspondiente (Fig. 6).

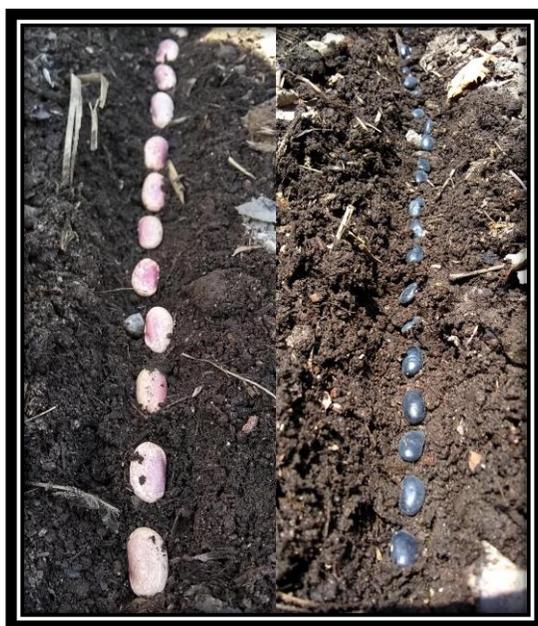


Figura 6. Siembra de 50 semillas por surco.

El experimento se sembró a cielo abierto, la tercera semana de marzo del 2018.

## 7.5 Variables de respuesta

### 7.5.1 Calidad del abono bocashi

Se realizó un análisis de suelo para el abono bocashi, realizado previamente por el laboratorio de suelos de Chapingo, donde se midió el pH, CE, MO, N, P, K, Na, Ca, Mg, CIC, Fe, Cu, Zn, Mn B y Densidad aparente.

### **7.5.2 Emergencia**

Una vez terminada la siembra, diariamente se cuantificó la emergencia de plántulas por variedad y por repetición (surco), para determinar el porcentaje y el tiempo medio de emergencia.

### **7.5.3 Altura de la planta**

La altura o longitud de la planta se midió a partir del término de la emergencia de plántulas y se realizó con una frecuencia de 15 días. Se registró la longitud del tallo desde la base y hasta el ápice apical.

### **7.5.4 Diámetro del tallo principal**

El diámetro del vástago o parte aérea se midió también quincenalmente y se midió con un vernier tomando el ancho del tallo a una altura de aproximadamente 5 cm por arriba del suelo.

### **7.5.5 Contenido de clorofila en las hojas**

La clorofila de las hojas de las plantas de frijol fue medida a los 31dds, 52dds y 66dds con un clorofilómetro modelo CM1000, marca FieldScout. Se registro el índice de contenido relativo de clorofila de 50 hojas al azar por cada tratamiento.

### **7.5.6 Número de flores por planta**

Durante la floración, se contabilizó el número medio de flores abiertas (en antesis) en 25 plantas de cada variedad.

### **7.5.7 Número de vainas por planta**

La fructificación se presentó una vez terminada la floración, para este punto se contó el número medio de vainas por planta por variedad. Para este dato se esperó al momento en que las vainas estuvieran llenas.

### **7.5.8 Número de vainas por variedad: Totales, sanas y abortadas**

Para contabilizar el número de vainas, éstas se clasificaron en totales (número total de vainas cosechadas por variedad); sanas (número de vainas llenas o con semillas viables) y abortadas (vainas abortadas por la planta o sin granos viables), contabilizando este número en todas las plantas cosechadas.

### **7.5.9 Peso de vainas**

Se eligieron 75 vainas al azar por variedad para la toma del peso de la vaina recién cosechada.

### **7.5.10 Tamaño de las vainas (largo)**

Se eligieron 75 vainas al azar por variedad para registrar la longitud de vainas recién cosechadas.

### **7.5.11 Número de semillas por vaina**

Una vez cosechadas las vainas de las variedades, se registró el número de semillas por vaina, para lo cual se tomó una muestra representativa de 75 vainas por variedad.

### **7.5.12 Peso de una semilla**

El peso de una semilla por vaina se registró mediante un histograma con una muestra representativa de 75 vainas por variedad.

### **7.5.13 Razón raíz/vástago (R r/v)**

Esta relación es la proporción que se da entre el peso seco de raíz y el peso seco del vástago (Acosta-Díaz *et al.*, 2007). Aunque también existe el Índice tallo / raíz que es a la inverso. (González, 2018). La razón raíz/ vástago se calculó con la siguiente fórmula:

$$R r/v = \frac{PFR}{PFT}$$

Donde:

R r/v= Razón Raíz/ Vástago

PFR= peso fresco de la raíz en gramos

PFT= peso fresco del tallo en gramos

Se utilizó la razón raíz / vástago con peso seco en 25 plantas por variedad.

### **7.5.14 Tasa de crecimiento relativo (TCR)**

Este índice se calcula a partir de medidas directas, se utiliza para evaluar la eficiencia de la planta, que se entiende como el índice de eficiencia de producción de masa seca (Santos Segura y Ñustez, 2010). El índice TCR se calculó con una variante utilizando longitud inicial de la plántula y longitud final antes de la cosecha, en lugar de peso seco inicial y final, por lo que las unidades se modificaron de gramo\*gramo<sup>-1</sup>\*día<sup>-1</sup> (g.g<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>) a centímetro\*centímetro<sup>-1</sup>\*día<sup>-1</sup> (cm\*cm<sup>-1</sup>\*día<sup>-1</sup>). El Índice TCR se realizó con una muestra de 25 repeticiones por variedad.

$$TCR = \frac{LNLong2 - LNLong1}{T2 - T1}$$

Donde las unidades son centímetro\*centímetro<sup>-1</sup>\*día<sup>-1</sup> (cm.cm<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>)

LN= logaritmo natural

Long1= Longitud inicial

Long2= Longitud final

T1= Tiempo inicial

T2= Tiempo final

### 7.5.15 Índice de Esbeltez o Robustez (IE)

“Es la relación entre la altura de la planta (en cm) y su diámetro (en mm), siendo un indicador de la densidad de cultivo” (Birchler, Royo y Pardos, 1998).

El índice de Esbeltez se calcula a partir de la fórmula:

$$IE = \frac{\text{altura}}{\text{diámetro}}$$

Donde:

IE= Índice de Esbeltez

Altura= Altura del vástago en cm

Diámetro= ancho del vástago en mm

El Índice de Esbeltez se calculó en una muestra de 25 plantas por variedad.

### 7.5.16 Índice de Dickson (ID)

El Índice de Dickson es “la relación entre el peso seco total de la planta (g) y la suma de la esbeltez y la relación parte aérea/parte radical” (Birchler *et al.*, 1998). Entre mayor sea el valor del índice de Dickson, es mejor la calidad de la planta (Sáenz, Villaseñor, Muñoz, Rueda y Prieto, 2010). Se calculó a partir de la fórmula:

$$QI = \frac{PST}{\left[\left(\frac{AT}{DT}\right) + (ITR)\right]}$$

Donde:

QI= Índice de calidad de Dickson

PST= Peso seco total en gramos

AT= Altura del vástago en mm

DT= Diámetro del vástago en mm

ITR= Índice Tallo / Raíz (González, 2018)

El Índice de Dickson se calculó en una muestra de 25 plantas por variedad.

#### **7.5.17 Peso de 100 semillas**

Se calculó el peso de 100 semillas de cada variedad con semillas recién cosechadas y sanas.

#### **7.5.18 Rendimiento**

El rendimiento total obtenido de la cosecha se calculó con la suma total del peso de las semillas obtenidas por variedad (kg/m<sup>2</sup>).

#### **7.5.19 Fenología**

Para la fenología se registró el tiempo en que se presentó cada etapa del desarrollo del ciclo de vida de la planta de frijol, en días. Se registró el período de foliación, floración, fructificación, y se registró el tiempo de cosecha. Para el registro de cada etapa se tomó el momento en que el 75% de los ejemplares la presentaron.

#### **7.5.20 Análisis Químico Proximal**

Se realizó un análisis químico proximal a las semillas de las tres variedades de frijol, en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Con el fin de conocer la calidad nutrimental del frijol cultivado orgánicamente.

#### **7.5.21 Radiación total**

La radiación solar recibida por las plantas de las tres variedades del cultivo de frijol fue registrada mediante un luxómetro marca STEREN quincenalmente, desde la emergencia de las plantas hasta la cosecha del grano. Para la toma de datos se registró la radiación en unidades "lux" a lo largo y ancho de la cama de cultivo en tres horarios diferentes: 11:30 a.m.; 12:30 a.m. y 14:00 p.m.

#### **7.5.22 Costo de producción**

Los costos de producción de cada variedad se calcularon con base en el costo de los materiales, insumos y mano de obra. Se calculó el costo de producción por rendimiento, el costo de producción por kilogramo y el costo/beneficio del rendimiento obtenido.

### **7.6 Análisis estadístico**

Con una muestra de 25 datos por variedad en cada variable se analizaron mediante una prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov y una prueba de igualdad de varianzas de Levene, una vez cumplidos los supuestos de normalidad se realizó una ANOVA con la prueba de diferencia mínima significativa Tukey-Kramer ( $P \leq 0.05$ ), en el software NCSS versión 7, para buscar diferencias estadísticas significativas entre los tres grupos.

## VIII RESULTADOS

### 8.1 Calidad del abono bocashi

El abono orgánico Bocashi utilizado para la siembra del frijol de acuerdo con el laboratorio de suelos de Chapingo, presentó valores adecuados tanto para macro nutrientes como NPK, así como para micro nutrientes necesarios para el desarrollo de cualquier hortaliza (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados de análisis realizado por el laboratorio de suelos de Chapingo al abono Bocashi

Características	Resultado	Unidades
<b>pH</b>	7.31	---
<b>CE</b>	4.54	dS m <sup>-1</sup>
<b>M.O.</b>	29.09	%
<b>N</b>	1.61	%
<b>P</b>	0.76	%
<b>K</b>	0.97	%
<b>Na</b>	0.56	%
<b>Ca</b>	1.44	%
<b>Mg</b>	0.69	%
<b>CIC</b>	51.2	cmol (+) kg <sup>-1</sup>
<b>Fe</b>	0.74	%
<b>Cu</b>	34.5	mg kg <sup>-1</sup>
<b>Zn</b>	155.9	mg kg <sup>-1</sup>
<b>Mn</b>	81.2	mg kg <sup>-1</sup>
<b>B</b>	85.54	mg kg <sup>-1</sup>
<b>Dens. Apar.</b>	0.58	g cm <sup>-3</sup>

### 8.2 Emergencia

La emergencia para las tres variedades de frijol, fue similar, no presentó diferencias estadísticas significativas ( $p \geq 0.05$ ), con valores del 96 % para la variedad H1, 92.4 % para la variedad H2 y 88.4 % para la variedad H3. La emergencia para las tres especies se llevó a cabo en un tiempo medio de 14 días después de la siembra (Fig. 7 y 8).

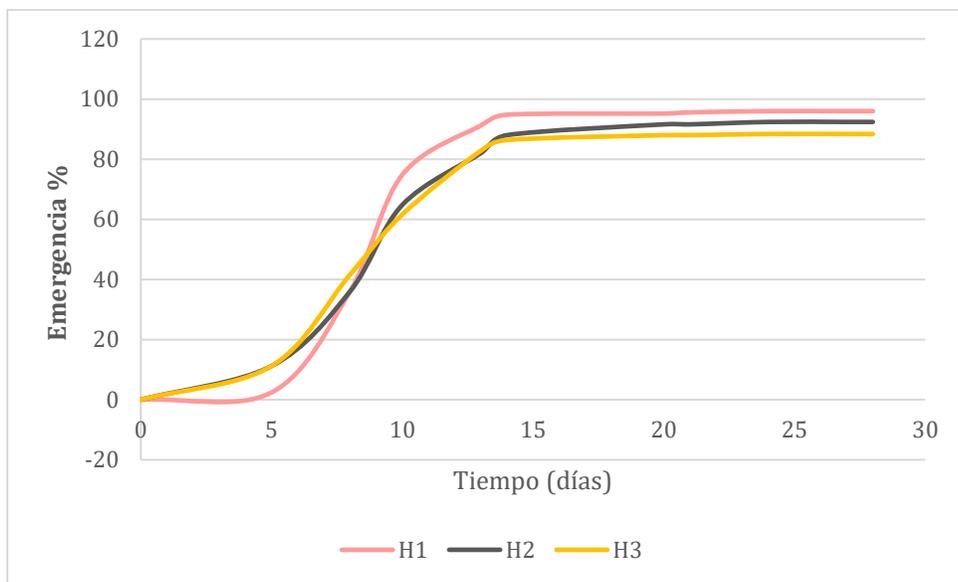


Figura 7. Emergencia de plántulas de tres variedades de frijol.



Figura 8. Germinación de semillas de la variedad H3 Bayo Azteca.

### 8.3 Altura de la planta

La altura máxima registrada por las plantas de frijol en las tres variedades presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La variedad H1 con una altura promedio de 55 cm al día 56; la variedad H2 50.52 cm al día 103, y la variedad H3 68.32 cm al día 103 después de la siembra (Fig. 9). Es importante señalar, que en la gráfica se observa un decremento de la altura para las tres

variedades, lo cual corresponde a la altura de las plantas secas o en etapa de producción de grano.

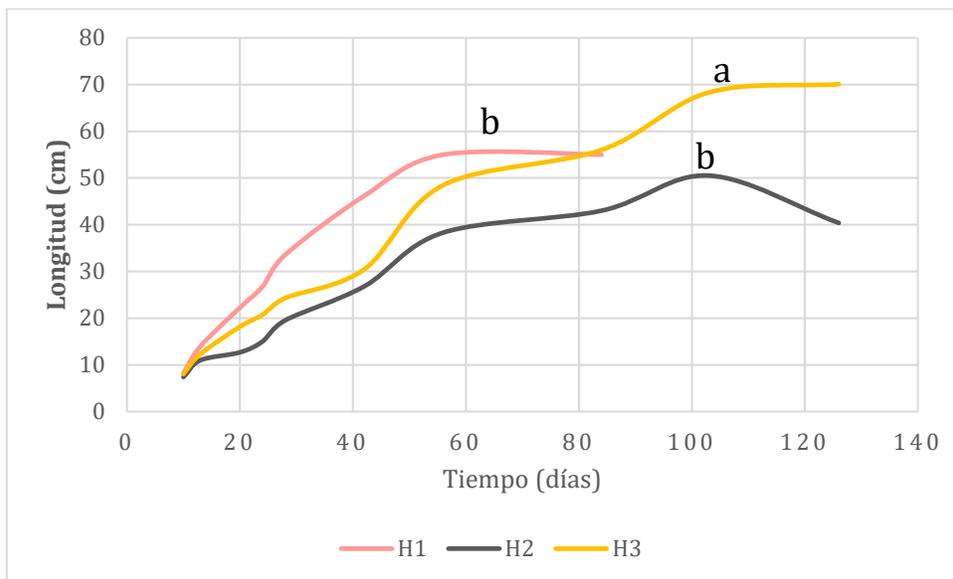


Figura 9. Altura promedio de plantas de frijol por variedad. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $p \leq 0.05$ ).

#### 8.4 Diámetro del tallo principal

El diámetro del vástago presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre variedades, con valores de 5.1 mm para la variedad H1 al día 84; 5.54 mm para la variedad H2 y 4.92 mm para la variedad H3 ambas para el día 103 (Fig. 10).

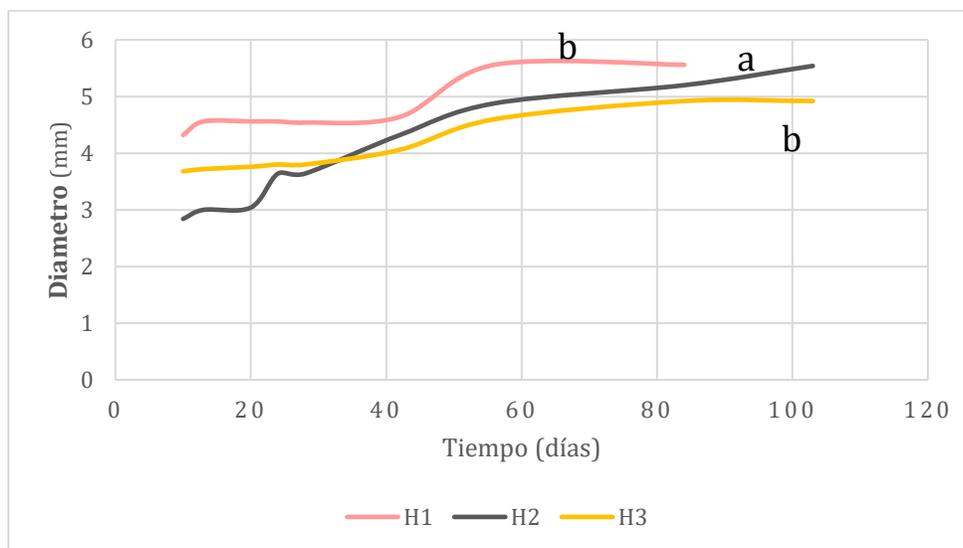


Figura 10. Diámetro del tallo de plantas de frijol de las tres variedades. Letras diferentes sobre la línea indican diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ).

### 8.5 Contenido de clorofila en las hojas

El contenido de clorofila en hojas de las diferentes variedades, varió en relación al desarrollo, pero los mejores valores ( $p \geq 0.05$ ), los presentó la variedad H1, la variedad H2 presentó el menor contenido y la H3 valores intermedios (Fig. 11).

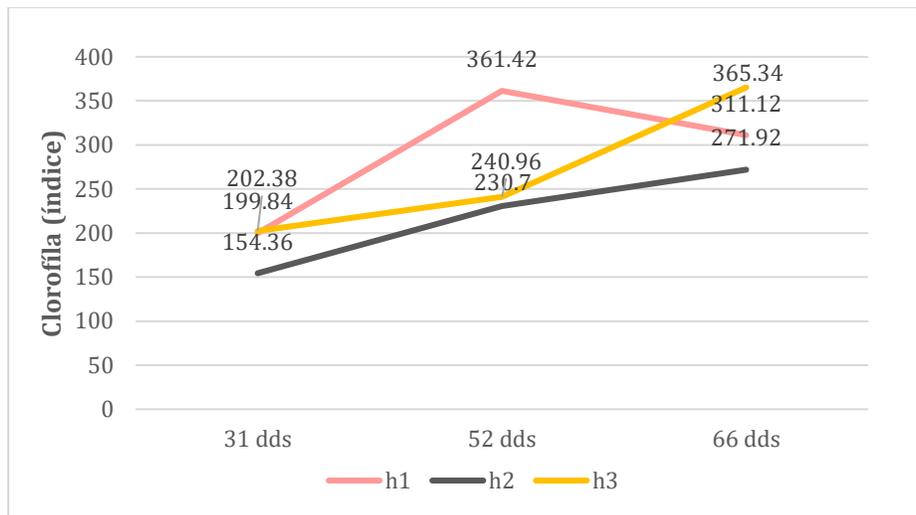


Figura 11. Contenido de clorofila en hojas de plantas de frijol de diferentes variedades a lo largo de la cosecha.

### 8.6 Número de flores por planta

El número medio de flores en antesis por planta, no presentó diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) entre las variedades, presentando entre 6 y 7 flores/planta/variedad (Fig. 12 y 13).

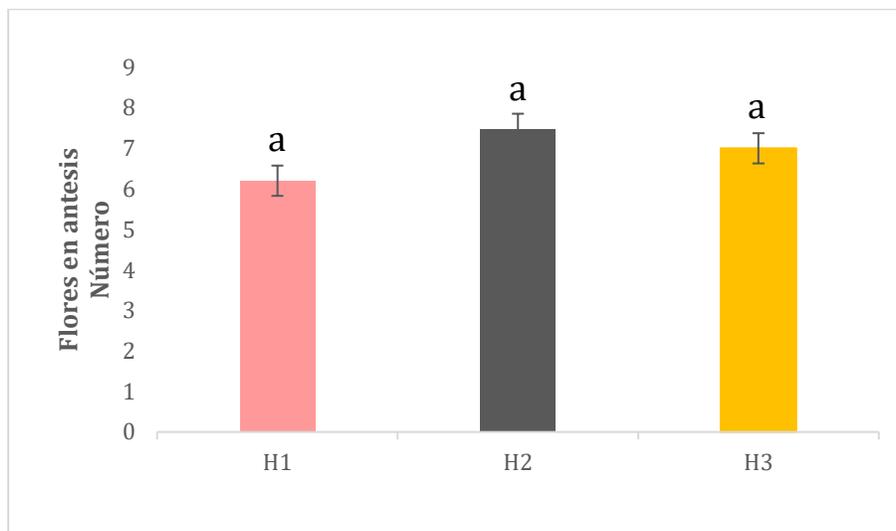


Figura 12. Número de flores en antesis por variedad de plantas de frijol. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre variedades ( $p \geq 0.05$ ).



Figura 13. Flor de variedad H1 Flor de Durazno, flor de variedad H2 Primavera 28 y flor de variedad H3 Bayo Azteca, en orden.

### 8.7 Número de vainas por planta

El número medio de vainas por planta presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre las variedades al registrar valores entre los 6 y 10.5 vainas/ planta. Con 5.96 para la variedad H1, 10.57 para la variedad H2 y 7.21 para la variedad H3 (Fig. 14 y 15).

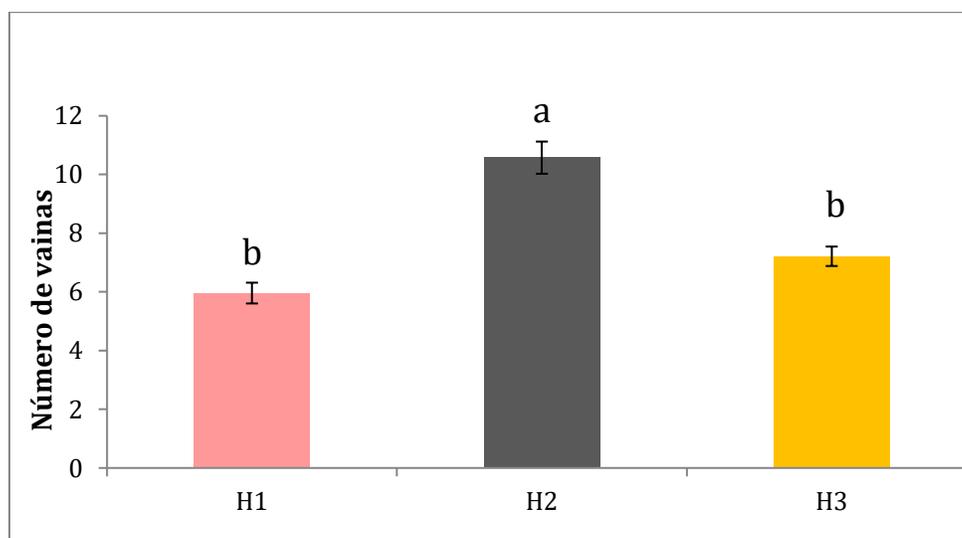


Figura 14. Número de vainas/planta por variedad de frijol. Letras diferentes sobre la barra indican diferencias significativas entre variedades ( $p \leq 0.05$ ).



Figura 15. Vainas inmaduras de una planta en variedad H2 Primavera 28.

### **8.8 Número de vainas por variedad: Totales, sanas y abortadas**

El número de vainas totales por variedad, presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La variedad H2 fue la que presentó los mejores resultados, con 765 vainas, y la variedad H1 fue la que presentó el menor número, con 451 vainas, y la variedad H3 presentó un valor intermedio de 532 vainas (Fig. 16).

Las vainas cosechadas totales/variedad, presentaron vainas sanas y llenas, así como vainas abortadas o sin granos desarrollados. El número de vainas sanas cosechadas hace referencia a vainas que desarrollaron las semillas hasta la madurez (Fig. 17). En este caso las vainas sanas por variedad presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre las variedades, en donde la variedad H2 presentó el mejor valor, con 600 vainas sanas, la variedad H1 presentó el menor número, con 326 y la variedad H3 presentó un valor intermedio de 428 vainas (Fig. 16).

En relación al número de vainas abortadas o abortadas (Fig. 17), entre variedades se presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), oscilando entre 100 - 160 vainas abortadas entre variedades. En este caso, la variedad H3 presentó el menor número de vainas abortadas, con 104; la variedad H2 163 y la variedad H1 126 (Fig. 16).

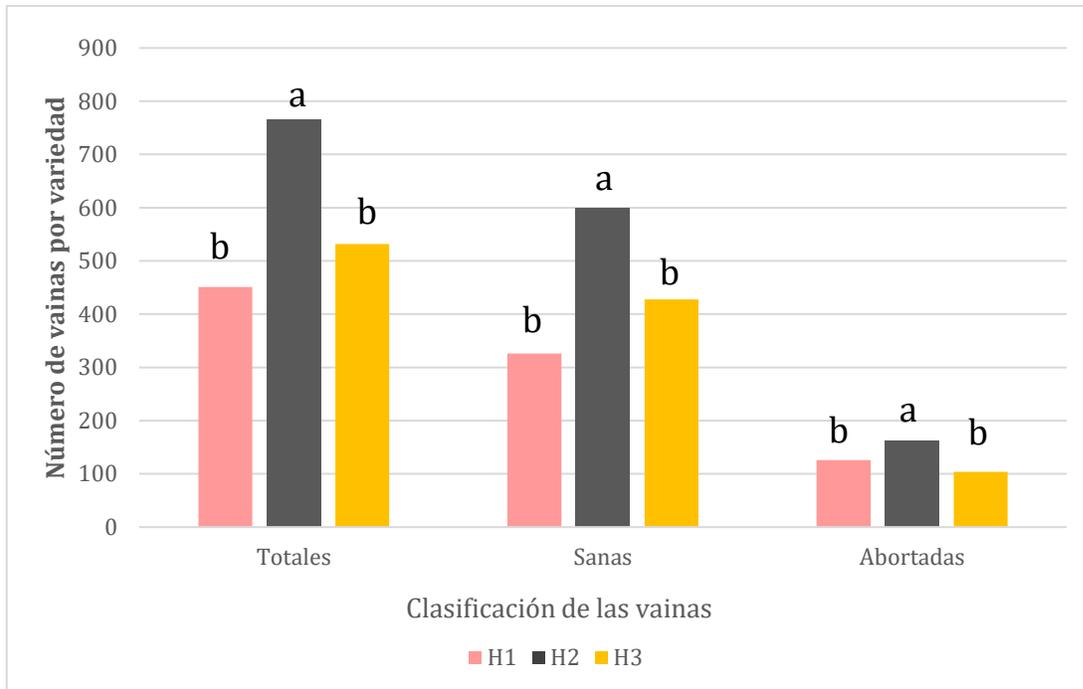


Figura 16. Número de vainas cosechadas por variedad y su condición. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre las variedades ( $p \leq 0.05$ ).

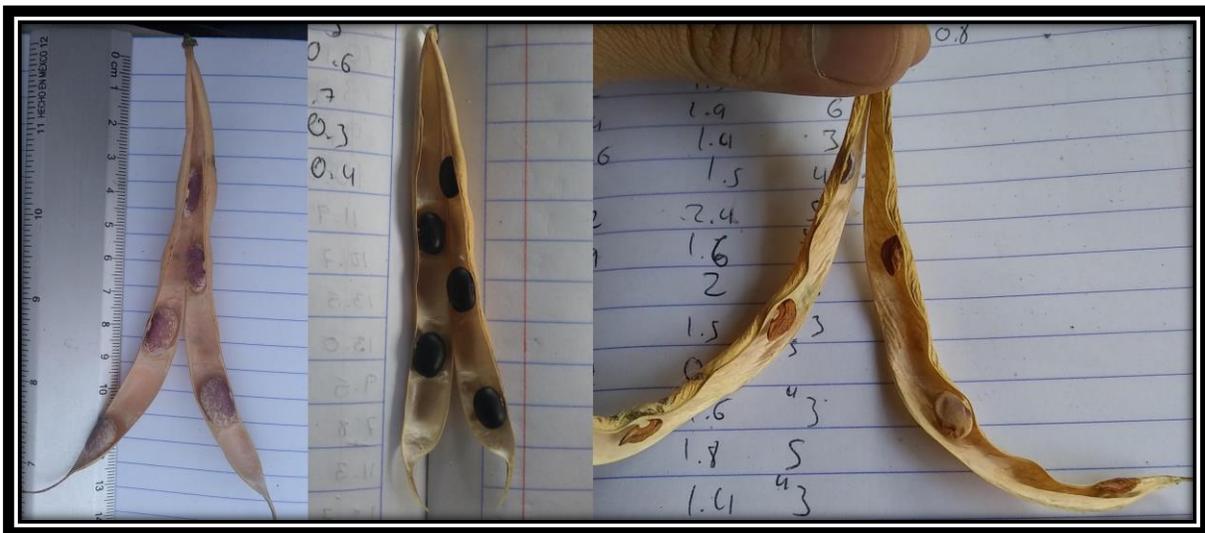


Figura 17. Vaina llena con 5 semillas en variedad H1 Flor de Durazno, vaina llena con 5 semillas en variedad H2 primavera 28 y vaina abortada con semillas abortadas en variedad H1 Flor de Durazno.

### 8.9 Peso de vainas

El peso de vaina recién cosechadas/variedad al momento de la madurez, presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre las tres variedades, con un intervalo promedio entre 1 y 1.6 g. Con 1.66 g para la variedad H1, 1.059 g para a variedad H2 y 1.544 g para la variedad H3 (Fig. 18).

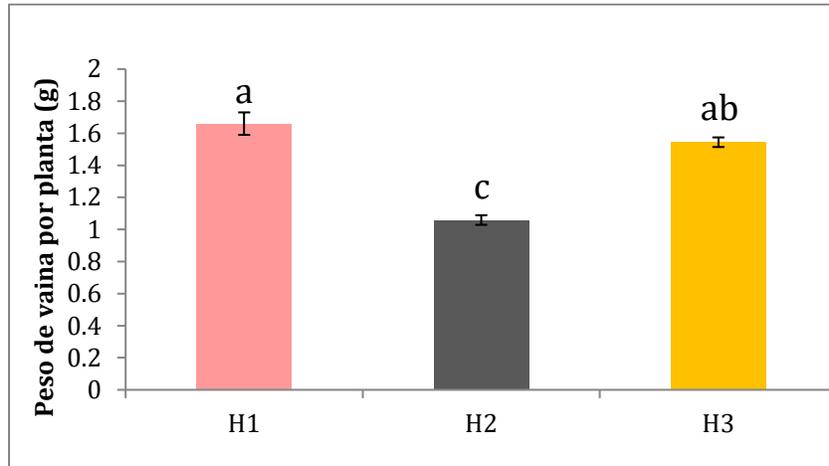


Figura 18. Peso promedio de vainas por variedades de frijol. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre las variedades ( $p \geq 0.05$ ).

### 8.10 Tamaño de las vainas (largo)

La longitud de las vainas cosechadas por variedad, presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) con valores de 11.72 cm para la variedad H1, 9.76 cm para la variedad H2 y 8.905 cm para la variedad H3 (Fig. 19).

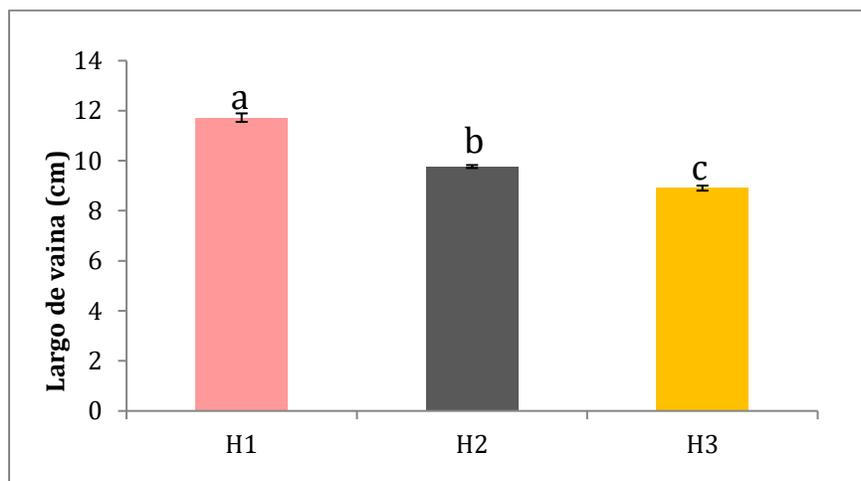


Figura 19. Longitud de vainas por variedad de frijol. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre las variedades ( $p \geq 0.05$ ).

### 8.11 Número de semillas por vaina

El número de semillas por vaina, no presentó diferencias estadísticas significativas ( $p \geq 0.05$ ) entre las variedades. La variedad H2, presentó el mayor número de semillas por vaina con 5.7, la variedad H1 4.3 y la variedad H3 5 semillas por vaina (Fig. 20).

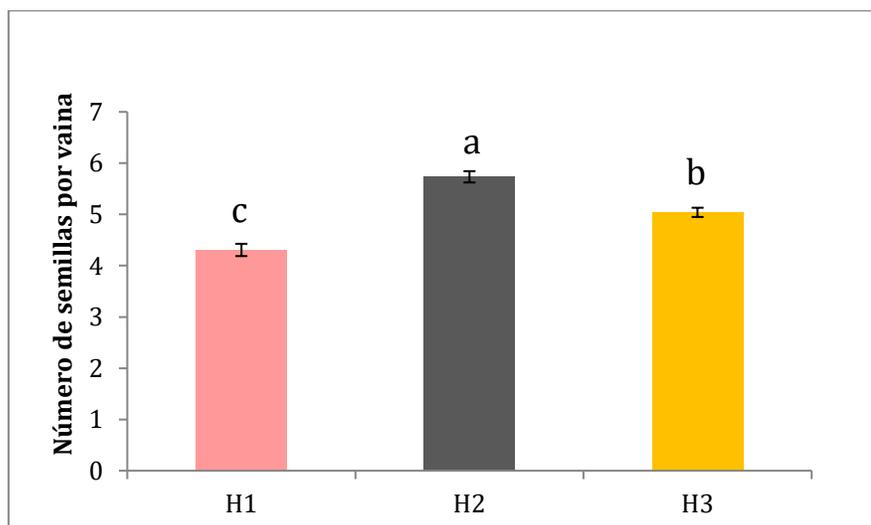


Figura 20. Número de semillas por vaina de variedades de frijol. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre las variedades ( $p \geq 0.05$ ).

### 8.12 Peso de la semilla

El peso de la semilla/variedad, presentó diferencias estadísticas significativas ( $p \geq 0.05$ ), el peso promedio osciló entre 0.3 g y 0.14 g. La variedad H1 registro el mayor peso con 0.29 g, la variedad H2 presentó el menor valor con 0.14 g, y la variedad H3 con un peso intermedio de 0.24 g por semilla (Fig. 21). A su vez la diferencia de pesos de una semilla por variedad fue diferente en cada caso, con valores de 0.13 a 0.5 g en H1, 0.1 a 0.22 en H2 y de 0.167 a 0.375 en H3 (Fig. 22). El grupo más homogéneo fue H2, al presentar el mayor porcentaje de semillas con el mismo peso, en tanto que el grupo más disperso fue H1, al presentar pocos ejemplares con el mismo peso.

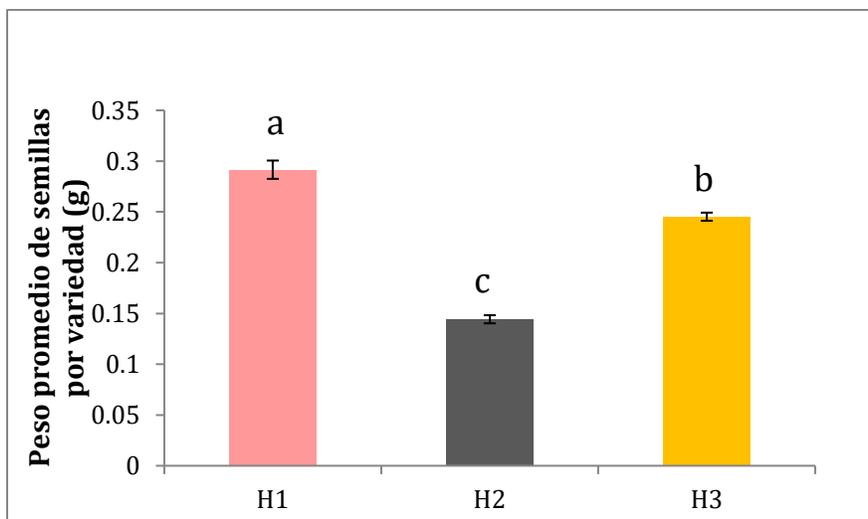


Figura 21. Peso promedio de la semilla por variedad de frijol. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) entre las variedades.

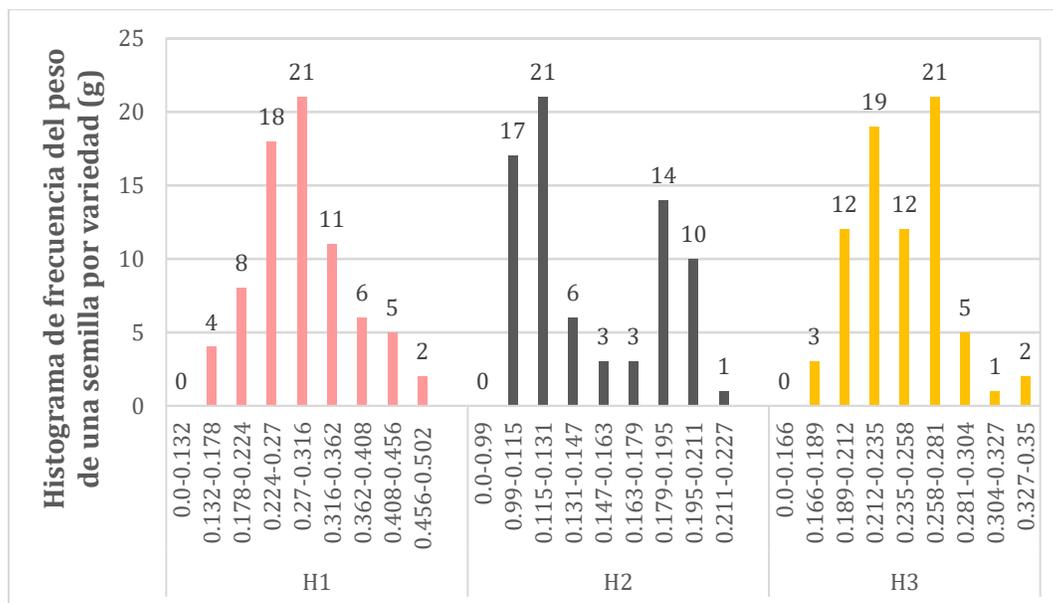


Figura 22. Histograma de frecuencia del peso de una semilla por variedad.

### 8.13 Razón raíz/vástago (R r/v)

La relación tallo/ raíz no presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p \geq 0.05$ ) entre las variedades. Con valores promedio entre 0.164 y 0.175 (Cuadro 5).

### 8.14 Tasa de crecimiento relativo (TCR)

La tasa de crecimiento relativo presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre las variedades de frijol. Los valores más altos en la variedad H1 con  $0.042 \text{ cm cm}^{-1} \text{ día}^{-1}$  y la variedad H2 y H3 fueron similares  $0.21\text{-}0.23 \text{ cm cm}^{-1} \text{ día}^{-1}$  (Cuadro 5).

### 8.15 Índice de Esbeltez o Robustez (IE)

El Índice de esbeltez presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) con respecto a las variedades. La variedad H3 presentó el mayor valor (14.035) y el menor valor la variedad H2 (9.22) (Cuadro 5).

### 8.16 Índice de calidad de Dickson (IC)

El Índice de Dickson presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos. La variedad H2 presentó el mayor valor con 0.039, la variedad H1 con 0.027 y la variedad H3 con 0.019 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Variables de la calidad morfológica de las plantas de las tres variedades de frijol.

	Razón r/v	TCR* cm cm <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>	Índice Dickson	Índice esbeltez
<b>H1</b>	0.165 a	0.042 a	0.027 ab	10.835 b
<b>H2</b>	0.175 a	0.021 b	0.039 a	9.227 b
<b>H3</b>	0.164 a	0.023 b	0.019 b	14.035 a

\*TCR= Tasa de Crecimiento Relativo

### 8.17 Peso de 100 semillas

El peso acumulado de 100 semillas es un valor usado en la agricultura para evaluar la calidad de la cosecha, en este caso el peso de 100 semillas presentó diferencias significativas entre las variedades ( $p \geq 0.05$ ), con valores similares en las variedades H1 y H3, con 25.22 g y 25.08 g y, un menor valor en la variedad H2 con 18.04 g (Fig. 23).

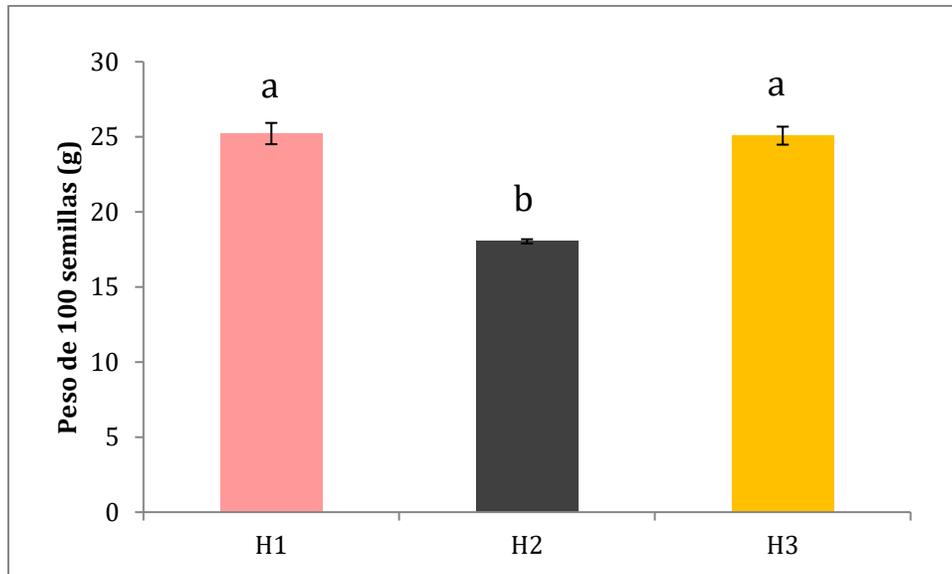


Figura 23. Peso de 100 semillas por variedad. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ).

### 8.18 Rendimiento

El rendimiento por variedad, cada una con 75 plantas, en un área de 2 m<sup>2</sup> presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre las variedades. La variedad H2 presentó el mayor rendimiento, con 541.9 g, mientras que la variedad H1 fue la que presentó el menor rendimiento con 377 g. La variedad H3 presentó un rendimiento intermedio de 472.1 g. En tanto que el rendimiento en 1 m<sup>2</sup> para cada variedad fue de 188.5 g para la variedad H1, de 270.95 g para la variedad H2 y de 236.05 g para la variedad H3 (Fig. 24).

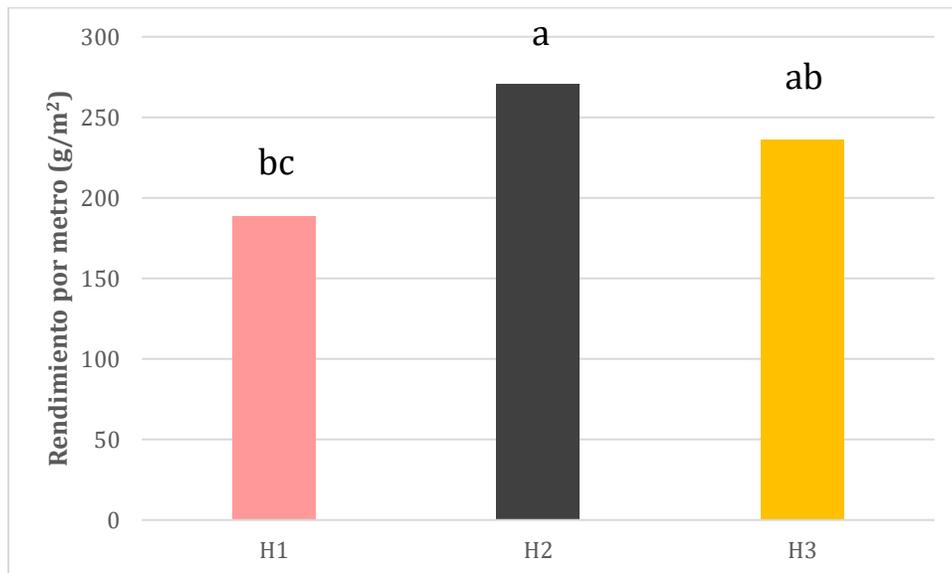


Figura 24. Rendimiento por metro cuadrado por variedad. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \geq 0.05$ ).



Cuadro 7. Etapas fenológicas del crecimiento de las tres variedades de frijol: H1, H2 y H3. Las etapas registradas son: Siembra, Inicio de Floración, Amarre floral, presencia de fruto Inmaduro, Fruto Maduro o seco y fecha de Cosecha.

### Fenología

Variedad	Siembra	Emergencia	Flores	Amarre Floral	Fruto Inmaduro	Fruto Maduro	Cosecha
	Días	Días	Días	Días	Días	Días	Días
H1	0	14	45	49	63	93	96
H2	0	14	56	61	70	110	117
H3	0	14	52	55	75	116	119



Figura 25. Amarre floral, fruto inmaduro y fruto maduro.

### 8.20 Análisis químico proximal

El contenido de materia seca, la proteína cruda y el extracto libre de nitrógeno fue similar para las semillas de las tres variedades; la humedad fue mayor para la variedad 3 y menor para la 1; el extracto etéreo fue mayor para la variedad 3 y similar para las variedades 1 y 2; la ceniza fue mayor para la variedad 1; la fibra cruda mayor para la variedad 1 y menor para la 2 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis Químico Proximal de las variedades H1, H2 y H3. Con los valores de materia seca, humedad, proteína cruda, extracto etéreo, ceniza, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno por variedad.

<b>Análisis Q. proximal</b>	<b>Variedad H1</b>	<b>Variedad H2</b>	<b>Variedad H3</b>
<b>materia seca</b>	93.84 %	92.97 %	91.56 %
<b>humedad</b>	6.16 %	7.03 %	8.44 %
<b>proteína cruda (nitrógeno*6.25)</b>	18.87 %	19.93 %	19.22 %
<b>extracto etéreo</b>	1.58 %	1.55 %	0.89 %
<b>cenizas</b>	5.12 %	4.43 %	4.53 %
<b>fibra cruda</b>	5.0 %	3.57 %	4.33 %
<b>extracto libre de nitrógeno</b>	63.26 %	63.5 %	62.59 %

\* Análisis realizado por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

### 8.21 Radiación total

La radiación total recibida en la parcela se veía influenciada por la hora del día, así como por la fecha del año. La radiación registrada en diferentes días, a la misma hora muestra la cantidad de luz recibida por las variedades en la cama de cultivo. Así mismo, muestra una clara desventaja de luz recibida en la variedad H3, al ser la última en recibir la marcha de luz diurna. En la figura 26, 27 y 28 se ejemplifica esta desventaja, en los horarios 11:30 a.m., 12:30 p.m. y 14:00 p.m.

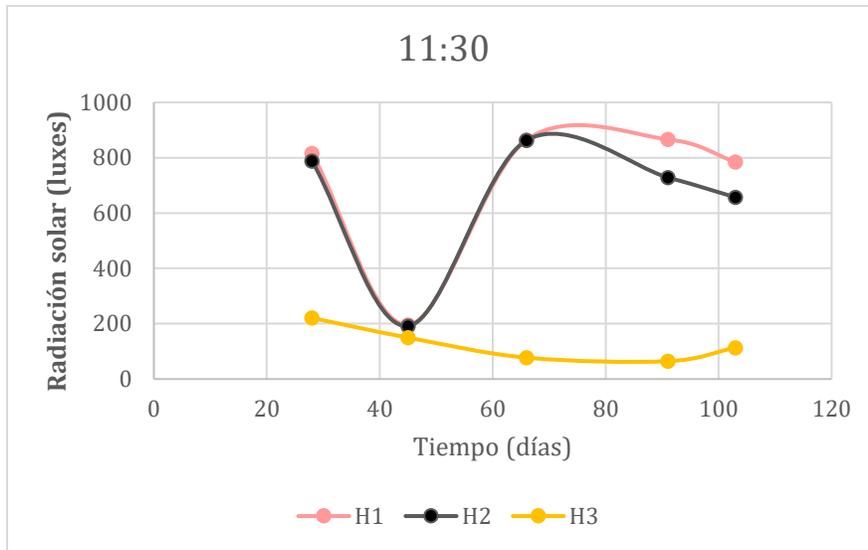


Figura 26. Radiación recibida por variedad a lo largo del tiempo en la cama de cultivo, luz recibida a las 11:30 a.m.

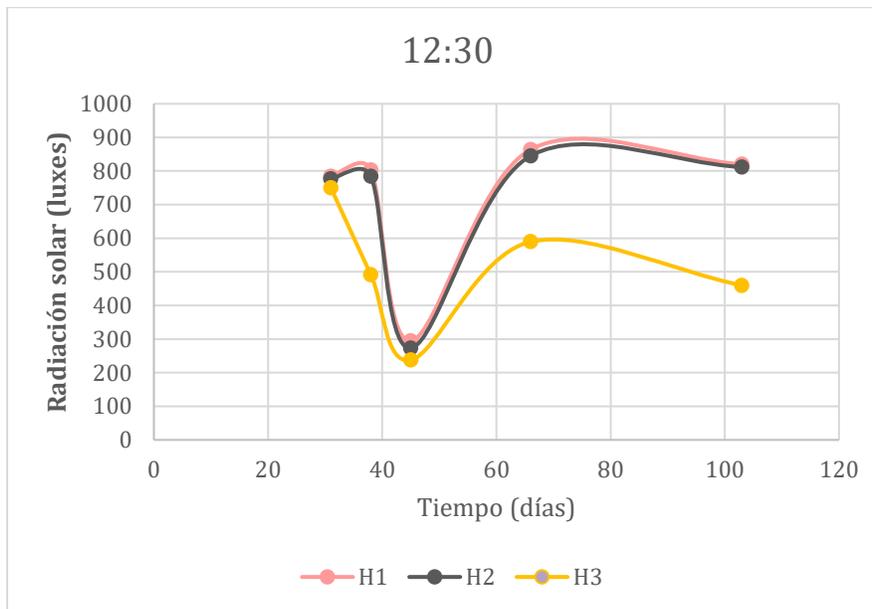


Figura 27. Radiación recibida por variedad a lo largo del tiempo en la cama de cultivo, luz recibida a las 12:30 p.m.

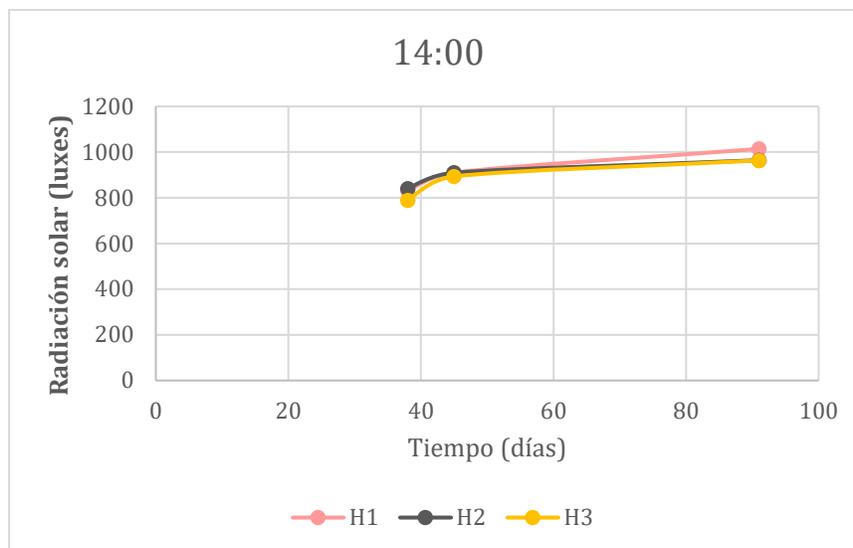


Figura 28. Radiación recibida por variedad a lo largo del tiempo en la cama de cultivo, luz recibida a las 14:00 p.m.

### 8.22 Costos de producción

Los costos de producción por variedad incluyen las semillas, abonos, materiales extra y mano de obra. En cada variedad se sembraron 250 semillas para dejar 75 plántulas por variedad, con costos de producción para la variedad H1 y H2 de 106 pesos, y para la variedad H3 de 121 pesos (Cuadro 9, 10 y 11).

Se obtuvo un rendimiento de 377 g para la variedad H1, de 542 g para la variedad H2 y de 471 g para la variedad H3; en todos los casos, con 75 plantas. De esta manera, el costo de 377 g de Flor de Durazno, 542 g de primavera 28 y 471 g de Bayo Azteca registra un costo de 106 pesos para H1 y H2 y de 121 pesos para la variedad H3, debido a la mano de obra.

El costo por planta fue de 1.41 pesos, mientras que el costo de abono y semillas por variedad fue de 31 pesos. Mientras que el costo para la producción de 1 kg de frijol con este mismo rendimiento sería de 281.1 pesos para la variedad H1, de 195.5 pesos para la variedad H2 y de 256.9 pesos para H3.

El costo / beneficio de 1 kilogramo producido con este costo, y tomando el kilogramo de frijol orgánico en 60 pesos, es de 0.213 para H1, 0.307 para H2 y de 0.233 para H3 por lo que no se considera un método de cultivo rentable para venta, al ser menor a 1.

Cuadro 9. Costos de semillas, abonos, materiales y mano de obra de la variedad H1 Flor de Durazno utilizados en la siembra y cosecha.

H1	Costos de producción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo Total
<b>Material e insumos</b>				<i>\$ M. N.</i>	<i>\$ M. N.</i>
	Semillas var. H1	250	Pza.	0.01	2.5
	Bocashi	5	kg	3.5	17.5
	Aporque Bocashi + suelo (1:2)	5	L*	0.385	1.925
	Aporque Bocashi + Ceniza de madera (3:1)	6	L*	1.55	5.88
	Hortiga (1:10)	13	L	0.25	3.25
				<b>SUB</b>	
				<b>TOTAL</b>	31.055
*1L Bocashi= 0.33k g					
<b>Mano de obra</b>					
	preparación de cama	1.5	H	10	15
	siembra	1	H	10	10
	aporque	2	H	10	20
	riego y fertilización	1	H	10	10
	cosecha	2	H	10	20
				<b>SUBTOTAL</b>	75
				<b>TOTAL</b>	106.055

Cuadro 10. Costos de semillas, abonos, materiales y mano de obra de la variedad H1 Primavera 28 utilizados en la siembra y cosecha.

H2	Costos de producción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo Total
<b>Material e insumos</b>				<i>\$ M. N.</i>	<i>\$ M. N.</i>
	Semillas var. H1	250	Pza.	0.01	2.5
	Bocashi	5	kg	3.5	17.5
	Aporque Bocashi + suelo (1:2)	5	L*	0.385	1.925
	Aporque Bocashi + Ceniza de madera (3:1)	6	L*	1.55	5.88
	Hortiga (1:10)	13	L	0.25	3.25
				<b>SUB</b>	
				<b>TOTAL</b>	31.055
*1L Bocashi= 0.33k g					
<b>Mano de obra</b>					
	preparación de cama	1.5	H	10	15
	siembra	1	H	10	10
	aporque	2	H	10	20
	riego y fertilización	1	H	10	10
	cosecha	2	H	10	20
				<b>SUBTOTAL</b>	75
				<b>TOTAL</b>	106.055

Cuadro 11. Costos de semillas, abonos, materiales y mano de obra de la variedad H3 Bayo Azteca utilizados en la siembra y cosecha.

H3	Costos de producción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo Total
<b>Material e insumos</b>				<i>\$ M. N.</i>	<i>\$ M. N.</i>
	Semillas var. H1	250	Pza.	0.01	2.5
	Bocashi	5	kg	3.5	17.5
	Aporque Bocashi + suelo (1:2)	5	L*	0.385	1.925
	Aporque Bocashi + Ceniza de madera (3:1)	6	L*	1.55	5.88
	Hortiga (1:10)	13	L	0.25	3.25
	Palos 1m (re uso)	20	Pza.	0	0
	Rafia	15	m	1	15
				SUB	
	*1L Bocashi= 0.33k g			TOTAL	46.055
<b>Mano de obra</b>					
	preparación de cama	1.5	H	10	15
	siembra	1	H	10	10
	aporque	2	H	10	20
	riego y fertilización	1	H	10	10
	cosecha	2	H	10	20
				SUBTOTAL	75
				TOTAL	121.055

## 8.23 Resumen de los resultados

Cuadro 12. Resumen de los resultados.

Medidas	Variedades		
	H1	H2	H3
<b>Emergencia (%)</b>	96.0 ± 3.162 a	92.4 ± 5.177 a	88.4 ± 9.839 a
<b>Altura (cm)</b>	55.00 ± 6.69 b	50.52 ± 4.073 b	68.32 ± 18.36 a
<b>Diámetro (mm)</b>	5.1 ± 0.433 b	5.54 ± 0.644 a	4.92 ± 0.572 b
<b>Clorofila 23ab</b>	199.84 ± 43.23	154.36 ± 24.65	202.38 ± 52.28
<b>Clorofila 14my</b>	361.42 ± 73.9	230.7 ± 83.9	240.96 ± 58.9
<b>Clorofila 28my</b>	311.12 ± 70	271.92 ± 96.14	365.34 ± 124
<b>Número de flores</b>	6.2 ± 2.75 a	7.48 ± 1.16 a	7.00 ± 3.5 a
<b>Número de vainas</b>	5.96 ± 3.07 b	10.57 ± 4.75 a	7.21 ± 2.872 b
<b>Vainas totales</b>	90.2 ± 6.9 b	153 ± 21.5 a	106.4 ± 17.66 b
<b>Vainas sanas</b>	65.2 ± 9.44 b	120 ± 24.9 a	85.6 ± 16.7 b
<b>Vainas abortadas</b>	25.2 ± 6.22 b	32.6 ± 2.07 a	20.8 ± 3.5 b
<b>Peso de vaina</b>	1.66 ± 0.614 a	1.06 ± 0.275 c	1.54 ± 0.3 ab
<b>Largo de vaina</b>	11.72 ± 1.476 a	9.77 ± 0.52 b	8.9 ± 0.873 c
<b>Número de semillas por vaina</b>	4.3 ± 1.11 c	5.7 ± 1.0 a	5.0 ± 0.78 b
<b>Peso de una semilla (g)</b>	0.29 ± 0.08 a	0.144 ± 0.037 c	0.24 ± 0.04 b
<b>Raíz vástago</b>	0.165 ± 0.07	0.175 ± 0.07	0.164 ± 0.10
<b>TCR (cm.cm<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>)</b>	0.042 ± 0.004 a	0.021 ± 0.002 b	0.023 ± 0.004 b
<b>Índice de Dickson</b>	0.027 ± 0.016 b	0.039 ± 0.023 a	0.019 ± 0.016 b
<b>Índice de Esbeltez</b>	10.835 ± 1.74 b	9.227 ± 1.22 b	14.035 ± 4.0 a
<b>Rendimiento (g/2m<sup>2</sup>)</b>	377.0 b	542.0 a	471.0 ab
<b>Rendimiento (g/m<sup>2</sup>)</b>	188.5 b	270.95 a	236.05 ab
<b>Peso 100 semillas (g)</b>	25.22 ± 1.597 a	18.04 ± 0.329 b	25.08 ± 1.34 a
<b>Proteína cruda (%)</b>	18.87	19.93	19.22
<b>Extracto etéreo (%)</b>	1.58	1.55	0.89
<b>Cenizas (%)</b>	5.12	4.43	4.53
<b>Fibra cruda (%)</b>	5.00	3.57	4.33
<b>Extracto libre de N (%)</b>	63.26	63.5	62.59
<b>Costo de producción (pesos)</b>	106.055	106.055	121.055
<b>Costo de producción 1 kg (pesos)</b>	281.1	195.5	256.9
<b>Costo/Beneficio</b>	0.213	0.307	0.233

## IX DISCUSIÓN

### 9.1 Calidad del abono bocashi

El abono orgánico bocashi es un abono que le aporta a la planta los 17 elementos esenciales para su crecimiento (macro y micro nutrimentos) y además, mejora la fertilidad del suelo, previniendo su erosión y mejorando la estructura y textura, gracias a su aportación de materia orgánica y microorganismos descomponedores, contrario a los fertilizantes inorgánicos, que desequilibran el suelo, ionizándolo por ósmosis, ya que las sales empleadas son altamente solubles, dando como resultado plantas desequilibradas por absorber más nutrientes de los que necesitan (Soto y Meléndez, 2004; Rivero, 2005).

Con respecto a la cantidad de nutrientes aportados, hay que hacer énfasis en que el bocashi es un abono orgánico donde los nutrientes se liberan por degradación y mineralización. Así que no todos los nutrientes están disponibles de manera inmediata, sino que son liberados lentamente para una constante absorción de la planta. El abono orgánico bocashi elaborado en este trabajo, presentó 1.61 % de N, 0.76 % de fósforo y 0.97 % de potasio, considerándose como un abono de buena calidad, por el Laboratorio de suelos de Chapingo; es importante resaltar que, dentro de los parámetros evaluados, se presentaron concentraciones de metales pesados como Cu y Zn, por debajo de los niveles permisibles (Soto y Meléndez, 2004). El bocashi, cubrió los requerimientos nutrimentales del frijol que son N: 102 kg/ha, P: 9 kg/ha y K: 93 kg/ha; permitiendo obtener semillas en buena proporción y cantidad.

El abono bocashi previene problemas por deficiencias de nutrimentos en plantas, pues presenta la cantidad necesaria de fósforo y potasio. En el supuesto de que el fósforo no fuera suficiente, la planta habría presentado reducción en el crecimiento de la parte aérea, disminución en número, tamaño de hojas, cambio de estructura en raíz, aumento en raíces laterales y adventicias, retraso en la floración y baja producción de frutos; así mismo, la ausencia de potasio habría ocasionado necrosis en márgenes y puntas de hojas viejas, bajo rendimiento y pérdida de cosecha; efectos que no se presentaron durante el desarrollo de este trabajo (Lara, 2013; López de Jesús, 2008 y FAO, S.F. del link: [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/aup/pdf/6a.pdf](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/aup/pdf/6a.pdf)).

Comparando con la literatura, Iñiguez (2010) reporta valores mayores de P (1.3 %) y K (1.2 %) en su abono bocashi, el cual utilizó para el cultivo de Frijol *Phaseolus vulgaris* L. de la Comuna Collana Catacocha.

Vargas-Munar, Corredor, Jiménez, Lince y Merchán (2012) no encontraron diferencias significativas en el crecimiento de plantas de frijol moteado (*Phaseolus vulgaris*), utilizando fertilización inorgánica frente a una fertilización orgánica, obteniendo los mismos rendimientos en ambos casos, con la ventaja del abono orgánico al no dañar al suelo, ni la salud de los consumidores.

## 9.2 Emergencia

Las tres variedades de frijol, cultivadas con abono bocashi, presentaron una emergencia entre el 88.4 y 96 % en un tiempo medio de 14 días, lo cual fue similar a lo reportado en la literatura. Campos, et al. (1998), reportan un tiempo de emergencia de 9 días para la variedad H1 Flor de Durazno y Jacinto-Hernández, Garza-García y Garza-García (2015) reportan 8 días para la emergencia de H2 Primavera 28.

Por otro lado, Paredes (2015), menciona una emergencia para frijol, utilizando bocashi como abono orgánico, de 88-96% y Vargas (2014), obtuvo un promedio de 84.33 % de emergencia en frejol cuarenton con tres tipos de bocashi, coincidiendo con los resultados obtenidos en este trabajo.

La emergencia de plántulas, es una respuesta de varios factores, entre ellos, el utilizar un buen abono orgánico, el cual, mejora la retención de humedad en el sustrato, porque aumenta el espacio poroso, la capacidad de campo y la conductividad eléctrica (Aguilar-Benitez et al., 2012). Otro factor importante, es el tiempo de almacenamiento de la semilla, desde la cosecha hasta su utilización en la siguiente siembra, sin embargo es importante resaltar que el frijol presenta semillas ortodoxas, que son capaces de soportar bajas temperaturas y desecación (Rao, Hanson, Dulloo y Ghosh, 2007) conservando su viabilidad por largo tiempo y con un alto vigor para la siguiente siembra (Berjak y Pammenter, 2010), logrando conservar su capacidad germinativa, hasta por 18 años en condiciones idóneas, con el 99 % de germinación (García y Villamil, 2001).

De igual manera las condiciones ambientales como la luz, la temperatura y la precipitación intervienen en la germinación y emergencia de plántulas (Acosta de la Luz, 2003), la primavera-verano, es la mejor temporada de siembra del frijol.

Las temporadas de siembra de las tres variedades (primeros 15 días de junio), así como la temperatura y humedad ambiental y la madurez y composición química del bocashi, fueron las óptimas para obtener una buena emergencia de las plántulas, lo cual es un factor determinante en la producción de cualquier hortaliza de alta demanda de consumo.

## 9.3 Altura de la planta

La altura de la variedad H1 alcanzó 55 cm, la variedad H2, 50.5 cm y, la variedad H3 68.32 cm. Para las variedades H1 y H2 el crecimiento cesó con el inicio de la floración, mientras que la variedad H3 presentó un crecimiento indeterminado, continuando, creciendo aún en la floración siempre que tuviera un tutor para dirigirla, alcanzando una altura máxima de 120 cm. Este crecimiento se atribuye a plantas más adaptadas a inclemencias climáticas y a más de un periodo de floración (Acosta et al., 1999).

SAGARPA (2017) también registra una altura de 30-50 cm para la variedad Flor de Durazno. Por otro lado, la variedad H2 Primavera 28 presentó una altura mayor a la altura reportada por el INIFAP de 49 cm (Jacinto-Hernández et al., 2015).

Es importante mencionar que las tres variedades pertenecen al “Programa de Mejoramiento de Frijol para Valles Altos” (INIFAP), donde se incluye a la CDMX, por lo que las variedades están adaptadas a las condiciones ambientales de esta altitud, así como humedad, temperatura. Esto es muy importante, debido a que el desarrollo de la planta de frijol, así como su rendimiento pueden ser afectados por la adaptación que presenta a la localidad de siembra (Acosta et al., 1999).

Las variedades mejoradas son importantes porque han pasado un periodo de aclimatización y adaptación, con un aumento del rendimiento y resistencia a enfermedades del territorio, por lo que su crecimiento y rendimiento es mejor que el de las especies silvestres. Las variedades mejoradas por el INIFAP, presentan una mejor adaptación y aclimatización a diversas condiciones locales, entre ellas la Ciudad de México (López, Ruiz, Sánchez y Lépiz, 2005).

Vargas-Munar et al. (2012) reportan una altura de 40.9 cm en el cultivo de frijol moteado (*Phaseolus vulgaris*) con abono bocashi, al día 56 después de la siembra (dds); semejante a la que se obtuvo en este trabajo al día 56; pero con una altura semejante con un abono inorgánico 18-18-18 (47,9 cm) al día 56 dds (H1 55 cm, H2, 38.3 cm y H3 48.4 cm; al día 56 dds). Del mismo modo la altura registrada por Iñiguez (2010) y Cajamarca y Velecela (2015) al momento de la cosecha de plantas Frejol *Phaseolus vulgaris* L. de la Comuna Collana Catacocha y fréjol (*Phaseolus vulgaris*), variedad Blanco Belén; ambos, con abono bocashi, fueron inferiores (41.4 cm y 38.2 cm) a la que se obtuvo en este trabajo.

#### **9.4 Diámetro del tallo principal**

La diferencia de diámetro entre la variedad H2 y H3, que son las de menor y mayor tamaño, se debe a la cantidad de tejido vascular en el tallo, debido a que la variedad H2 presentó únicamente tallos erectos con un mayor diámetro (5.54 mm), a diferencia de la variedad H3, que presentó tallos en forma de enredadera y, en ocasiones postrados, siendo ésta una característica de un tallo con menos tejido vascular y por ende menor diámetro (4.92 mm) (Menéndez, D’Ambrogio, y De Simone, 2000). Ya que, el crecimiento indeterminado de la variedad H3, dio prioridad a la elongación en el meristemo apical frente al grosor del vástago, aún en la floración; debido a la necesidad de transportar agua, sales minerales y realizar la fotosíntesis tanto para la floración como para la elongación (Debouck y Hidalgo, 1985; Molist, Pombal y Megías 2011), caso contrario a la variedad H1 y H2 que detienen el crecimiento al inicio de la floración (Garza-García et al., 2010)

El tener tejido vascular de menor tamaño, es decir vasos de xilema más estrechos hace más resistente a las plantas contra la sequía al “*disminuir el impacto generado por deficiencias hídricas*” (Barrios-Gómez et al., 2012) como ya se mencionó anteriormente, la variedad H3 al tener un menor diámetro, tiende a tener más resistencia contra inclemencias del clima, como sequía. Estas propiedades fueron previamente seleccionadas por el INIFAP en la selección

artificial para obtener una variedad mejorada en los valles altos y resistente a estrés hídrico al mostrar plasticidad a temporal crítico y lluvioso (Garza-García et al., 2010).

## 9.5 Contenido de clorofila en las hojas

El contenido de clorofila en hojas, se midió a partir de 17 días después de la emergencia de las plántulas y, entre 14 y 25 días antes de la floración; por lo que el primer registro corresponde a la etapa vegetativa, el segundo a la floración, y el tercero al amarre floral o a la formación de frutos inmaduros.

Se registró un aumento en la cantidad de clorofila durante la floración con respecto al crecimiento vegetativo; así como una disminución de la clorofila cuando la planta llegó a la formación de frutos inmaduros. Esta disminución en el contenido de clorofila, se registró en la variedad H1; en las variedades H2 y H3, se observó una tendencia inversa, en donde el contenido de clorofila en hojas aumentó durante el desarrollo de las diferentes fases fenológicas, presentándose un valor mayor durante la floración y la formación de frutos inmaduros.

La variedad H1 paso del amarre floral al fruto inmaduro o maduro cuando presentó senescencia y dehiscencia en sus hojas, y por lo tanto una disminución en la cantidad de unidades de clorofila, a comparación de las otras variedades cuya senescencia tardó al menos 14 días más en comenzar que en la variedad H1.

Villegas (2016) reporta para frijol, una mayor actividad fotosintética durante la generación de la primera y segunda hoja trifoliada, siendo posterior una disminución de esta actividad, lo cual es similar a lo registrado en la variedad H1, pero no para las variedades H2 y H3.

Por otro lado Hernández (2009), menciona que la fotosíntesis solo utiliza entre el 1 y 2 % de energía absorbida, variando la cantidad de absorción, reflexión y transmisión de radiación en la planta de acuerdo al espesor de hojas, edad, hidratación, morfología y orientación; con lo que obtiene como resultado un aumento de la fotosíntesis neta de dos especies, entre la pre floración y el fruto inmaduro, así como otras tres especies con disminución de actividad fotosintética neta entre la pre floración y el fruto inmaduro; casos semejantes a lo que se reporta en este trabajo, donde la clorofila aumentó entre la floración y formación de fruto inmaduro en la variedad H2 y H3.

Por su parte Herrera, Valdivia, Rivera, López y Escamilla (2007) encuentran en su trabajo que la fotosíntesis realizada en las hojas primarias de variedades silvestres de frijol es diferente entre cada variedad, pero sin diferencias significativas entre las variedades mejoradas, dato que se puede observar entre las tres variedades, pues todas presentaron cantidades de clorofila semejantes en sus respectivas etapas de desarrollo fenológico. Por último, García Mendevíl et al. (2014), registran *“valores más altos de clorofila en la etapa vegetativa y cerca de la madurez fisiológica, con abono orgánico composta; mientras que los valores más bajos corresponden a la etapa de floración y llenado de vaina”*. Los tratamientos con composta presentaron mayor

clorofila que los tratamientos sin abono orgánico; datos que contrastan con los resultados de este trabajo, donde el aumento en la clorofila se presentó entre la etapa vegetativa y la floración, en las variedades H1 y H2.

## 9.6 Número de flores por planta

El número de flores en anthesis no presentó diferencias significativas en las tres variedades, las cuales presentaron 6.2 (H1), 7.48 (H2) y 7 flores por planta (H3). El número de flores fue el mismo, pero el período de duración de la floración fue diferente entre variedades, como una respuesta a su ciclo de vida, así como a la incidencia de la radiación, humedad y temperatura (Rosales Serna, Ochoa Márquez, Acosta Gallegos, 2001).

La variedad H3, con hábito de crecimiento indeterminado, fue la que presentó el período de floración más corto (cuatro semanas) debido a que las etapas de floración, llenado de vaina y maduración deberían haber ocurrido al mismo tiempo, a pesar de que, en nuestro caso, no se registraron más flores después del llenado de vainas en relación a las otras variedades. La literatura (Acosta et al., 1999; SNICS, 2017) menciona, que esta variedad es la que presenta el período más largo e incluso presenta una segunda floración. El acortamiento de la duración de la floración, pudo ser consecuencia de la incidencia de luz, la cual fue menor en algunos individuos de esta variedad, al estar colocada en el extremo más sombreado de la cama en algunas horas del día.

Por otro lado, Jacinto-Hernández et al. (2015) registro siete flores para la variedad H2, dato que concuerda con lo reportado en esta variedad. Campos et al., (1998) reporta seis nudos para la variedad H1; mientras que las variedades con hábito de crecimiento indeterminado Tipo III al no presentar una floración fija, no se reporta el número de flores por planta.

## 9.7 Número de vainas por planta

La variedad H2 presentó un mayor número de vainas por planta, como una respuesta de la mayor producción de flores, esto también está relacionado a su pool genético, ya que las variedades con tipo de crecimiento II como H2, son más rendidoras que las variedades con tipo de crecimiento I como la variedad H1 (Jacinto-Hernández et al., 2015)

El número de vainas por planta para las tres variedades fue de 5.96 (H1), 10.57 (H2), y 7.21 (H3), lo cual fue menor a lo que cita la literatura. Alemán (2006), reporta 12.3 vainas para una variedad tipo III y Maqueira-López, Rojan-Herrera, Mesa, y Noval (2017) frijol negro (*Phaseolus vulgaris L.*) en la localidad de los palacios, Cuba, entre 10-12 vainas con siembra en febrero.

Aguilar-Benítez et al. (2012) registró entre 14 y 15 vainas con vermicompost para cultivares de frijol 92 y 122 del ColPos. Campos et al., (1998) y Jacinto-Hernández et al., (2015) reportan 10 vainas para la variedad H1 y 20 vainas para la variedad H2, ambos, con fertilizantes químicos y

de manera foliar. En todos los casos el no. de vainas fue mayor al obtenido en las tres variedades en este trabajo.

Debido a que la floración está relacionada directamente con la producción de vainas, una deficiencia de fósforo y potasio en el abono empleado se relacionaría con una disminución en la floración. Como ya se ha mencionado, el abono empleado es de buena calidad y con 0.76 % de fósforo, y de 0.97 % en potasio. Com. Pers. Garza García (2018) recomienda una fertilización con el fertilizante Bioforte al inicio de la floración y 15 días después para cualquiera de las tres variedades de frijol.

### **9.8 Número de vainas por variedad: totales, sanas y abortadas**

La variedad H2 presentó el mayor número de vainas en relación a las otras dos. Aguilar-Benítez, et al. (2012), reportan entre 10.2 y 11.9 vainas totales; con 2.6 a 3.2 vainas normales y 4.8 a 7.2 vainas con una o más semillas abortadas para variedades con tipo de crecimiento Tipo II. En este trabajo, la variedad H2, presentó más vainas sanas o sin semillas abortadas que vainas con semillas abortadas, con 153 sanas frente a 32.6 abortadas.

El hecho de que las vainas no se desarrollen por completo puede deberse a varios factores como estrés hídrico, temperaturas inapropiadas, presencia de depredadores o a una floración tardía. Aunque en este trabajo las plantas no presentaron estrés hídrico, plagas o temperaturas extremas, por lo que la principal causa de las vainas abortadas pudo ser una deficiencia de potasio en el bocashi a pesar de ser un abono de buena calidad o que las vainas abortadas fueran las últimas en desarrollarse (Barbudo, 1988). El abono bocashi presentó 0.97 % de potasio, por lo que, disminuir el número de vainas abortadas, sería necesario aumentar este porcentaje en el abono.

Las fertilizaciones foliares al inicio de la floración y al inicio del llenado de vainas, disminuyen el no. de vainas abortadas (Com. Pers. Garza García, 2018). En este trabajo no se aplicó esta biofertilización pudiendo ser la causa de haber tenido un mayor número de vainas abortadas.

El número de vainas abortadas o sin granos desarrollados fue de 25.2 para la variedad H1, de 32.6 para la variedad H2 y de 20.8 para la variedad H3.

Las vainas abortadas, se deben a una polinización poco exitosa o autogámica (Sans y Bonet, 1993), por lo general estas vainas se encuentran en la parte más alta de la planta, es decir, corresponden a las últimas flores en abrir, por lo que la planta como una estrategia de supervivencia, aborta esas vainas, y suspende el aporte de nutrientes a ellas, debido a que ya tiene otras vainas llenas y en proceso de secado a las que les da prioridad. Barbudo (1988) atribuye la generación de vainas con frutos abortados o absorción de inflorescencias al intervalo entre el “cuajado” y el desarrollo del fruto.

Autores mencionan que las vainas abortadas, así como el amarre floral se pueden ver afectados por falta de agua y nutrientes como carbohidratos, compuestos nitrogenados y minerales en general (Barquera, Cano, Rodríguez y Sánchez, 2008; Maquiera et al., 2017). Aguilar-Benítez et

al. (2012) señalan que el déficit hídrico afecta a la proporción de vainas sanas contra vainas con semillas abortadas, independientemente de la presencia de un abono orgánico o no, disminuyendo 25 % la producción de vainas, y generando 20 % de vainas normales. Martínez et al. (2009), mencionan que una deficiencia de boro está ligada a una caída de flores y aborto de frutos, así como a frutos más reducidos y deformes. En este caso, se presentó  $85.54 \text{ mg kg}^{-1}$  de boro, que al ser un micro elemento no debe presentarse en abundancia, y el cual no dio señales físicas de deficiencia en las hojas de ninguna planta.

El número de vainas tanto totales como sanas es aceptable e indicador de un buen rendimiento, aún con la presencia de vainas abortadas o abortadas que mermaron el posible rendimiento final reportado por la literatura Campos et al., (1998) y Jacinto-Hernández et al., (2015)

### **9.9 Peso de vainas**

Las variedades H1 y H3 presentaron el mayor peso de las vainas, y la variedad H2 el menor peso. El peso de la vaina está relacionado con la cantidad de nutrientes presentes en el sustrato, así como por la capacidad de absorción de las variedades y por las características intrínsecas de cada variedad.

En este caso, la diferencia en el peso de la vaina se debe al tamaño de las semillas. Las semillas de la variedad H1 y H3 son más grandes en comparación con las semillas de la variedad H2, ocasionando que sus vainas pesaran más.

Garza-García et al. (2010) menciona que la variedad H3 presenta vainas con crecimiento mediano, por otro lado, Campos et al. (1998) mencionan que la variedad H1 presenta vainas grandes. Por último, Jacinto-Hernández et al. (2015) menciona que la variedad H2 presenta vainas chicas, lo cual coincide con los resultados encontrados en este trabajo.

Maqueira López et al. (2017), reporta un peso máximo aproximado de vainas totales por planta de 10g con una cantidad de 10 a 7 vainas por planta, dando un peso aproximado de 1 g por vaina en los mejores casos. Rendimiento que ha sido superado en este trabajo por 0.5 g en dos de las variedades (H1 y H3).

### **9.10 Tamaño de las vainas (largo)**

El largo de las vainas se vio afectado principalmente por la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo y la cantidad de agua que se encontraba al momento del llenado de ésta (Aguilar-Benítez et al., 2012; Juárez, 2009) así como por la localización de la vaina con respecto a la base de la planta, por lo que se decidió aporcar al inicio de la floración.

La variedad H1 presentó las vainas más largas con 11.72 cm, siendo todas las variedades significativamente diferentes entre sí. La variedad H3 presentó las vainas más cortas, con 8.9

cm, esto debido a que son vainas que presentaron solo 5 o 6 semillas (Garza-García et al., 2010). La longitud de las vainas de la variedad H2 presentó valores de 9.77 cm, semejantes a los que reporta la literatura con 10 cm (Jacinto-Hernández et al., 2015).

Acosta-Gallegos, et al. (2014), reporta una longitud de vaina de 13.1 cm para la variedad Flor de Junio, que es comercializado como flor de mayo, al igual que la variedad H1; lo cual resultó mayor a los registrados en este trabajo. Castillo, Durán, Moreno y Magdaleno (2017) también reportan longitudes de 13.5 cm para vainas en plantas de frijol con crecimiento determinado, mayores a los obtenidos con la variedad H1 y H2. Señalando, además, tamaños de 9.3 cm a 14.1 para vainas en plantas con crecimiento indeterminado, datos mayores a los obtenidos con la variedad H3 de crecimiento indeterminado. Butron (2015) reporta longitudes de vaina semejantes a las obtenidas en este trabajo, con un tratamiento también semejante: bocashi y té de composta.

### **9.11 Número de semillas por vaina**

El número de semillas por vaina es un resultado de una polinización exitosa, así como de una cantidad de nutrientes apropiada para que la planta pueda desarrollar embriones viables. Sans y Bonet (1993) mencionan que las plantas con polinización alogámica (cruzada) presentan mejor porcentaje de primordios seminales por fruto que las plantas con polinización autogámica (autopolinización). Así como mejor fertilidad en plantas con polinización geitonogamia (flores del mismo individuo), frente a una autopolinización inducida. Con lo que se puede deducir que el número de semillas por vaina fue consecuencia de la floración simultánea de las tres variedades, permitiendo la polinización cruzada por parte de polinizadores antes que la autopolinización y de esta manera se obtuvieron más y mejores primordios seminales.

Barbudo (1988), encuentra una relación entre el número de semillas viables en la vaina y el tamaño de la población; así como el hecho de que, a mayor tamaño de la planta, será menor el número de semillas abortadas que presente. Los resultados de este trabajo son diferentes, ya que la variedad más alta (H3) no fue la que presentó el mayor número de semillas por vaina; y la más pequeña (H2) tampoco presentó el menor número de vainas por semilla; por el contrario, la variedad más pequeña (H2) fue la que presentó el mayor número de semillas por vaina, con 5.7, la variedad H3 que fue la más grande tuvo un valor intermedio, con 5, y la variedad H1 que fue la de altura intermedia pero ciclo más corto, presentó el menor número, con 4.3 por vaina, pero con las semillas más grandes.

Fouilloy y Bannerot (1988), colocan al frijol como una planta autógama con solo 3% de autogamia; lo cual es confirmado por Deppe (2000), quien explica que en el frijol se presenta alogamia pese a la creencia de ser autógama, esto debido a que campos de frijol son rociados con insecticidas que impiden la entrada de polinizadores para la cruce. Razón por la que las vainas llegaron a presentar semillas con diferencias fenotípicas (datos no presentados), las cuales ahora se pueden atribuir a una cruce entre las variedades gracias a que la cama de

siembra y terrenos aledaños permitían la presencia de polinizadores para la fecundación, ocasionando también un mejor número de semillas por vaina.

Dentro del experimento las tres variedades presentaron diferencias significativas. La variedad H2 presentó el mejor número de semillas por vaina (5.7), resultando mayor a lo reportado en la literatura (Jacinto-Hernández et al., 2015). La variedad H1 presentó un número de semillas (4.3) similar a lo reportado en la literatura (Campos et al., 1998) y la variedad H3 también presentó un número similar al que se menciona en la literatura (Garza-García et al., 2010).

Barrios et al. (2011), reportan entre 3 y 5 semillas por vaina para Flor de Mayo con hábito de crecimiento tipo 3. Mientras que Vargas (2014), registró entre 4 y 4.43 granos por vaina con fréjol cuarentón. Iñiguez (2010), reporta entre 2.8 y 3.38 granos por vaina con aplicación de bocashi, resultando los resultados de este trabajo mayores a los que reportan los autores ya mencionados en todos los casos.

### **9.12 Peso de una semilla**

El peso de las semillas se puede medir de dos maneras, una es con el peso de 100 semillas juntas, y el otro es el peso unitario de las semillas. En este caso, el peso de la semilla promedio por tratamiento presentó diferencias significativas entre variedades, siendo la variedad H1 la que presentó la semilla más pesada con 0.29 g, en relación a la variedad H2 que presentó el menor peso con 0.144 g. La variedad H3 presentó un peso intermedio con 0.24 g. A su vez, el hecho de que la variedad H2 presentara un peso semejante para la mayoría de los individuos nos habla de un desarrollo homogéneo, así como de una variedad que presento menos problemas para adaptarse, a pesar de que este peso sea bajo, contrario a la variedad H1 que, si bien presento la semilla en promedio más pesada, también presenta semillas alejadas de este peso, por lo que se presentaron vainas no tan bien desarrolladas como otras. Finalmente, la variedad H3 presento datos más o menos homogéneos entre 0.2 y 0.3 g, por lo que se puede afirmar que esta variedad tampoco presento problemas para el llenado de vainas.

La diferencia del peso de una semilla en cada variedad, se debe inicialmente a la diferencia morfológica entre ellas, ya que Flor de durazno y Bayo azteca son variedades de frijol que presentan semilla grande, frente a la variedad Primavera 28 que presenta semilla pequeña (SNICS, 2017; Jacinto-Hernández et al., 2015). Por otro lado, Alemán (2006) menciona un incremento favorable en el peso del grano de frijol azufrado con el uso de composta y micorriza, frente a los que no lo usaban, de aquí que la aplicación de bocashi podría incrementar el peso de la semilla frente a una siembra sin abono o fertilizante. Ávila-Serrano, et al. (2010) registran pesos semejantes a los reportados en este trabajo, con valores de 0.27 g para el frijol paceño y de 0.17 g para el frijol sesenteño; sin embargo, no se especifica el tipo de biofertilización aplicada.

### 9.13 Razón raíz/vástago (R r/v)

La razón raíz vástago no presentó diferencias significativas entre las variedades, con valores muy similares entre ellas con 0.165 (H1), 0.175 (H2) y 0.164 (H3) los cuales en los tres casos esta razón fue menor a uno. Los valores menores a uno, indican una raíz corta, y un tallo largo, lo cual se presentó en este caso de estudio (promedios de 50-68 cm de largo de tallo, y de 9.6 a 16.5 cm para el largo de la raíz).

Los valores obtenidos son semejantes a lo que se reporta en la literatura. Acosta-Díaz, Acosta-Gallegos y Padilla-Ramírez (2007) registran una media de razón raíz vástago de 0.37 para variedades de hábito de crecimiento III, con riegos de auxilio. Acosta-Díaz, et al. (2007), obtuvieron valores muy similares también a los de este trabajo, con medias de 0.13 a 0.14 con Flor de Junio en diferentes niveles de estrés por sequía.

La relación raíz vástago se ve influenciada tanto por la longitud del tallo como la longitud de la raíz. Con respecto a la raíz de frijol, esta es una raíz fasciculada y fibrosa; y en menor medida una raíz pivotante (con una raíz principal y pocas raíces secundarias), limitándose en ambos casos a los primeros 20 cm del suelo (Debouck y Hidalgo, 1985). En este caso, al haberse realizado riego por goteo, la planta tenía el agua necesaria para su desarrollo, por lo que no se vio en la necesidad de reducir el tamaño de su raíz principal por estrés hídrico, evento que a su vez beneficia al desarrollo de las raíces laterales (Córdoba-Rodríguez, Vargas-Hernández, López-Upton, y Muñoz-Orozco, 2011); y que como consecuencia, repercutiría en la relación raíz vástago, que en este caso presento raíces de entre 12.4 cm, 16.77 cm y 9.3 cm en las variedades H1, H2 y H3 respectivamente. Por lo que la planta no se vio afectada por falta de humedad y este factor no repercutió en la relación raíz vástago; por otro lado, si se vio reducida la longitud de la raíz por un muestreo tardío, en el que las raíces ya empezaban a presentar degradación, en este caso, afectando a la relación raíz vástago, y siendo la razón por la que se presentan valores pequeños.

### 9.14 Tasa de crecimiento relativo (TCR)

La tasa de crecimiento relativo presentó el valor más alto en la variedad H1, con un valor de 0.042 cm cm<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, lo cual resulta ser un valor bajo con respecto al obtenido por Apáez-Barrios, Escalante-Estrada y Rodríguez-González (2011), quienes reportan una TCR de 0.1 a 0.066 cm cm<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en frijol con soportes o tutores de madera y plástico, así como soportes naturales con maíz o girasol.

En tanto que diversos autores también mencionan valores semejantes a los reportados en este trabajo y mayores sin soportes, pero con fertilizaciones químicas como Yamil, Medina y Buitrago (1997) quienes presentan valores de 0.03 cm cm<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> para frijoles fertilizados con NPK más quelatos, muy semejantes a los obtenidos en este trabajo. Ligarreto (2005) presenta valores negativos -0.313, -0.165 y -0.090, a valores de 0.11 cm cm<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> sin fertilizante, en temporal y en suelos de fertilidad media. Con base en estos resultados y los correspondientes

al contenido de clorofila en hojas, indican que el estrés causado por el exceso de radiación en la variedad H1 y H2, y el estrés por baja radiación en la variedad H3; pudieron afectar la biomasa en las tres variedades, pues las tres presentan valores bajos con respecto a la literatura. Esto debido a que temperaturas extremas y periodos prolongados de luz directa disminuyen el proceso fotosintético de la planta (Solarte, Moreno y Melgarejo, 2010) como ocurrió con la variedad H1 y H2. De la misma manera, las plantas de la variedad H3 presentaron un crecimiento más pausado debido al estrés causado por la falta de luz, siendo una de las causas por las que esta variedad registro valores menores a los que marca la literatura, utilizando tutores para el crecimiento de las plantas.

En este caso las variedades presentaron un valor bajo con respecto a la literatura, pero, aun así, positivo. Esto se puede deber a que la tasa de crecimiento relativo (TCR) mide el crecimiento de biomasa con respecto al tiempo, y este crecimiento puede darse o no de manera acelerada. Las plantas que presentan un crecimiento más alto, obtendrán ventajas respecto a los demás individuos, en captación de luz, disponibilidad de agua y absorción de nutrientes, lo que les da una clara ventaja ecológica. Por otro lado, un crecimiento lento se presenta cuando los individuos son más tolerantes a estrés e inclemencias, por sequía, altas y bajas temperaturas, salinidad y falta de nutrientes (Villar, et al., 2004).

Es por esto que un crecimiento lento con respecto a la literatura, pero positivo, nos hace entender que las variedades de frijol al ser tolerantes a inclemencias (Garza-García et al., 2010; Campos et al., 1998 y Jacinto-Hernández et al., 2015) presentan un desarrollo más lento, pero constante; o que el crecimiento que presentaron fue constante y veloz, pero no tan rápido como podría haberse dado en caso de haber presentado tutores.

### **9.15 Índice de Esbeltez o Robustez**

El índice de esbeltez es un buen indicador de la calidad de la planta. Un índice de esbeltez alto hace referencia a una planta que se elongó mucho, pero generó poco follaje, y un índice pequeño expresa una planta que creció poco, pero generó mucho follaje. Por lo que lo ideal es tener un equilibrio entre el follaje y el ancho del tallo, siendo estas plantas las que mejor crecerán (Salvador, 2003).

En este caso el frijol es una variedad con crecimiento indeterminado, es decir que presenta una elongación del ápice apical ininterrumpida, así como ramificaciones constantes, por lo que es entendible que se obtengan valores altos del índice de esbeltez, como es nuestro caso, con valores de 14.035 en la variedad H3, que presentó un crecimiento indeterminado, y en general fue la variedad más alta. Al mismo tiempo que también se presentaron valores más pequeños en la variedad H1 y H2, con 10.83 y 9.22 respectivamente, siendo plantas menos altas, pero con tallos más anchos en relación a la variedad H3, que en general fue la que presentó el menor tamaño de diámetro del tallo durante el experimento.

A pesar de esto, el índice de esbeltez no presentó una relación directa con el rendimiento obtenido, sino que únicamente es un indicador del tamaño de la parte aérea de la planta. En

este caso la variedad H3 presentó el mayor tamaño de la parte aérea, con diferencias significativas con respecto a las otras dos variedades.

### **9.16 Índice de Dickson**

El Índice de Dickson es uno de los mejores indicadores de calidad de la planta, pues engloba el peso seco total, el Índice de Esbeltez y la razón raíz vástago. Aunque a pesar de ello, es un valor subjetivo, pues no hay una escala estandarizada para considerar una planta de alta calidad, mediana o baja, por el contrario, existen interpretaciones de diversos autores que se usan de acuerdo a las necesidades (Sáenz, et al., 2010; Rueda-Sánchez, et al., 2014). En general valores por arriba de 0.5 son considerados como altos., en el caso del frijol.

En este caso la variedad H2 presentó diferencias significativas con respecto a las otras dos, con valores de 0.039 frente a 0.027 de la variedad H1 y de 0.019 de la variedad H2, por lo que la variedad H2 presenta las plantas de mejor calidad con base en los parámetros evaluados. Por lo que se puede considerar como la planta mejor adaptada a la zona donde se realizó el experimento, ya que fue la que presentó un mayor rendimiento.

### **9.17 Peso de 100 semillas**

Se presentaron diferencias significativas entre las variedades. La variedad H2 fue la produjo mayor cantidad de semillas, pero de menor tamaño (18.04 g) debido a que fue la que presentó el mejor rendimiento (542 g), mientras que las variedades H1 (25.22 g) y H3 (25.08 g) generaron un menor número de semillas, pero sí de mayor tamaño, razón por la que el peso de 100 semillas fue mayor.

González, Mendoza, Covarrubias, Morán, y Acosta Gallegos (2008), reportan pesos de 100 semillas de 30.61 para flor de mayo, 35.75 para Azufrado 26; que equivalen a la variedad H1 y variedad H3, las cuales son mayores a las que se registraron en este trabajo por 5 a 10 g.

Por otro lado, Negrin, y Jiménez (2012) presentan pesos de entre 21 g para 100 semillas con aplicación de biosólido procedente de una planta de tratamiento, valores menores a los obtenidos con Bocashi en este trabajo. López, Tosquy, Ugalde, y Acosta (2008) reportan pesos de 21 g para 100 semillas de frijol Negro INIFAP, una variedad relacionada a Primavera 28, pero en este caso siendo mayor por tres gramos, a las obtenidas en este trabajo, por lo que se obtuvieron semillas más pequeñas.

En general, la literatura sobre las tres variedades trabajadas reporta pesos mayores para 100 semillas, con 41 g para la variedad H1, 17-21 g para la variedad H2, y 27.5 para la variedad H3, (Garza-García et al., 2010; Campos et al., 1998 y Jacinto-Hernández et al., 2015) de esta manera se contrasta un tratamiento orgánico contra un tratamiento inorgánico, en donde el

tratamiento inorgánico reporta semillas más grandes y pesadas en comparación a el tratamiento orgánico.

En este caso debido a que la fertilización convencional se realiza con Bioforte, fertilizante que contiene Extractos orgánicos, fitohormonas y vitaminas (Com. Pers. Garza García, 2018), tanto las hojas como los frutos presentan un mayor tamaño.

Así mismo la fertilización orgánica libera nutrientes periódicamente, para la disponibilidad de la planta (Julca-Otiniano, Meneses-Florián, Blas-Sevillano y Bello-Amez, 2006), en comparación con la fertilización inorgánica, donde hay una disponibilidad inmediata, pero menor a una orgánica en cuanto a disponibilidad en el tiempo. Razón por la cual el peso de 100 semillas fue menor al reportado en la literatura, aun siendo un buen peso de 100 semillas.

### 9.18 Rendimiento

El rendimiento presentó diferencias significativas entre las tres variedades. La variedad H2 presentó el mejor rendimiento, con 271 g m<sup>2</sup>, la variedad H1 presentó el menor rendimiento con 188 g m<sup>2</sup>, la variedad H3, un rendimiento intermedio (236 g m<sup>2</sup>). Mientras que el rendimiento total por cuadrante (2 m<sup>2</sup>) fue de 377 g en la variedad V1, 542 g en la variedad H2 y 471 en la variedad H3.

Los valores obtenidos de rendimiento por variedad, equivalen a 1.885 ton ha<sup>-1</sup> para la variedad H1, 2.710 para la variedad H2 y 2.355 para la variedad H3 y para obtener 1 kg de frijol con tratamiento orgánico, bajo las condiciones de manejo de estas variedades, se necesitarían 5.3 m<sup>2</sup> para la variedad H1, 3.5 m<sup>2</sup> para la variedad H2 y 4.24 m<sup>2</sup> para la variedad H3.

Estos rendimientos, son similares a los que se presentan en la literatura. Garza-García et al. (2010); Campos, et al. (1998) y Jacinto-Hernández, et al. (2015), registran valores de rendimiento de 1.1 ton ha<sup>-1</sup> para la variedad H1, de 1.2 ton ha<sup>-1</sup> a 3 t ha<sup>-1</sup> para la variedad H2 y mayores a 2 ton ha<sup>-1</sup> para la variedad H3, con manejo convencional o utilizando fertilizantes químicos.

Con respecto al manejo orgánico, Paredes (2015) registró 2.2 ton ha<sup>-1</sup> con bocashi en frijol negro; Butron (2015) presenta rendimientos de 2.1 ton ha<sup>-1</sup> a 3.3 ton ha<sup>-1</sup> con bocashi y té de compost en frijol canario; por lo que este trabajo se presentó un mejor rendimiento en frijol negro y un rendimiento menor o igual para frijol amarillo. Por otro lado, Iñiguez (2010) presentó rendimientos de 1.0 ton a 1.8 ton con bocashi; en ambos casos, con valores menores a los reportado en este trabajo.

Ávila-Serrano et al. (2010), registra un mayor peso de semilla de frijol en las variedades que presentan el mejor rendimiento, registrando una correlación superior a 0.92, por lo que el tamaño de la semilla afecta al rendimiento, de la misma manera que un buen abono afecta al tamaño de la semilla; por lo que aplicar un buen abono orgánico y re abonar mediante aporques o té durante el inicio de la floración y fructificación es fundamental para obtener un mejor rendimiento.

En este trabajo, al haber obtenido rendimientos similares a los que marca la literatura con abonos orgánicos y fertilizantes químicos, se atribuye que el bocashi empleado cubrió satisfactoriamente el desarrollo de las tres variedades.

El rendimiento en general, se puede ver afectado por: a) tiempo de floración; b) luz y temporada de siembra.

El número de semillas obtenidas, es proporcional al número de flores fecundadas, por lo que un mayor tiempo de floración o, incluso la presencia de más polinizadores puede ayudar a obtener un mayor rendimiento, debido a que la literatura marca que solo el 40 % de las flores en floración logran desarrollar un fruto viable (Piccirillo e Higuera, 1997), disminuyendo de esta manera el rendimiento obtenido por planta y por área.

Hay que tomar en cuenta que el fotoperiodo llega a afectar el desarrollo de la planta, y a pesar de que la variedad H3 recibió menos luz, presentó índices de calidad de la planta aceptables, pudo haberse desarrollado de una mejor manera y, presentar más de una etapa de floración, sin embargo, debido a las pocas horas luz al día que recibió, las plantas presentaron pocas flores en antesis, dando como resultado, un menor número de vainas y de semillas en relación a las otras variedades.

Uno de los factores que más pudo haber afectado el rendimiento, en este trabajo, fue la época de siembra, ya que se recomienda sembrar la variedad H1 entre el 15 de junio y el 15 de julio; la variedad H2 entre mayo y julio; y la variedad H3 entre el 15 de mayo y el 15 de y la siembra en este trabajo se realizó a inicios de la primavera (Com. Pers. Garza García, 2018). Lo que significa que sembrar en la época más caliente del año, podría incrementar la producción de semilla para las tres variedades.

### **9.19 Fenología**

El ciclo fenológico de las tres variedades fue diferente, debido al hábito de crecimiento. La variedad H1 comenzó la floración al día 45 y duró dos semanas, para alcanzar la madurez al día 93. La variedad H2 comenzó la floración al día 56, con una duración de una semana, y alcanzando la maduración al día 110. La variedad H3 presentó datos similares a la H2, con el inicio de la floración al día 52, durando más de tres semanas, para alcanzar la madurez fisiológica al día 116.

En este caso la literatura marca para la variedad H1 Flor Durazno, el inicio de la floración el día 48, con 21 días de floración y 102 días para la madurez fisiológica; para la variedad H2 Primavera 28 se reportan 53 días antes de la floración y 105 días para la madurez fisiológica y, para la variedad H3 Bayo Azteca, se registra un ciclo de maduración de entre 102 y 118 días (Garza-García et al., 2010; Campos et al., 1998 y Jacinto-Hernández et al., 2015). Por lo que se las tres variedades en este trabajo, registraron valores muy parecidos con respecto al inicio de la floración y madurez fisiológica, con respecto a la literatura. Haber sembrado las tres variedades en una época de siembra diferente (23 de marzo) a la que recomienda la literatura

(primeros 15 días de junio), no afectó el ciclo de vida ni al rendimiento de las tres variedades, como consecuencia de los riegos aplicados, así como a las biofertilizaciones realizadas cada tercer día (Garza-García et al., 2010; Campos et al., 1998 y Jacinto-Hernández et al., 2015)

CIAT (1986), menciona ciclos vida de 77 días, 83 días y de 91 días para los hábitos de crecimiento 1, 2 y 3, menores a los reportados en este trabajo. La duración del ciclo de vida se vio influenciado por el abono bocashi, aumentando la duración de la etapa vegetativa, pues Alemán (2006), menciona que el uso de composta acelera el inicio del ciclo vegetativo de frijol y alarga la duración en 6 días con respecto a las plantas de frijol sin composta.

La variedad H3 presentó una deficiencia por luz durante el desarrollo del experimento, lo que pudo acelerar su floración y por lo que no se obtuvieron rendimientos tan altos como lo reporta la literatura, a pesar de haber obtenido buenos resultados y un ciclo de vida relativamente estable.

## **9.20 Análisis Químico Proximal**

El análisis químico proximal presentó valores muy parecidos en las tres variedades, para la proteína cruda, a pesar de que en ninguno de los tres casos se obtuvo un valor de proteína del 23 %, necesario para su distribución comercial (Com. Pers. Garza García, 2018).

Por otro lado, de acuerdo a Ulloa, Rosas, Ramirez-Ramirez, y Ulloa (2011) la cantidad de proteína del frijol puede ser entre 14 a 33 %; para ser aceptable para el consumo humano, por lo que las variedades de frijol obtenidas estarían dentro de este rango.

La ceniza obtenida representa a los minerales en la semilla (Jacinto y Campos, 2016), en donde se obtuvieron valores de 5.12 % en la variedad H1, de 4.43 % para la variedad H2, de 4.53 % para la variedad H3, datos que son superiores a lo reportado por Poucell (2010) en frijol comba y peruano; y a los reportados por Aguirre-Santos y Gómez-Aldapa (2010) en frijol pinto saltillo, bayo victoria y negro san Luis, todos estos con porcentajes de ceniza menores o iguales a 4.08 %. por lo que las plantas de frijol absorbieron de manera eficaz y correcta los minerales presentes en el sustrato.

Las tres variedades presentaron diferencias en el porcentaje de fibra, en donde la variedad H1 fue la más alta con 5.0 %, frente a 3.57 % de la variedad H2 y 4.33 de la variedad H3. La fibra cruda se presenta principalmente en la testa, por lo que los valores más altos, corresponden a las semillas más grandes (Jacinto y Campos, 2016), en este caso con 5.0 % de fibra en la variedad H1, que también es la que presentó el mayor peso por semilla; contrario al menor valor de fibra, reportado en la variedad H2 con 3.57 %, la cual presentó las semillas más pequeñas en el peso de 100 semillas.

El extracto etéreo o lípidos que presentaron las variedades de frijol fueron de 1.58 %, 1.55 % y 0.89 % para la variedad H1, H2 y H3 respectivamente, porcentajes semejantes a los que reporta Guzmán et al. (2002) en un frijol común con un rango de 1.5 a 6.2 %.

La NMX-F-378-S-1980 marca los valores máximos y mínimos necesarios para la distribución de frijol precocido y deshidratado. Con valores máximos de 9.0 % en humedad, de 6.5 % en ceniza, 4.0 % en fibra cruda y de 3.5 % en extracto etéreo. También con un porcentaje mínimo de proteína del 18.0 %. Por lo que todos los parámetros excepto fibra, de las tres variedades están dentro del rango solicitado para su distribución comercial como frijol precocido deshidratado, en el que disminuyen los porcentajes de fibra y proteína respecto al frijol recién cosechado (Poucell, 2010).

### **9.21 Radiación total**

La radiación total recibida medida en luxes, a lo largo del estudio, fue mayor en las variedades H1 y H2 por 600 unidades, a las 11:30 am, disminuyendo a 300 a las 12:30 y siendo semejantes en valores de entre 800 y 1000 unidades a las 14:00 pm.

En los resultados, se muestra un día nublado en el día 45, en el que todas las plantas reciben la misma cantidad de luz que la variedad H3 a las 11:30 am. Con esto se demuestra que la variedad H3, en efecto recibió menos luz a lo largo de todo del tratamiento, lo cual afectó su rendimiento.

La cantidad de horas luz que recibieron las tres variedades, se vio afectada por la ubicación de los tratamientos a lo largo de la parcela, la variedad H1 y la mitad de la variedad H2 tuvieron luz directa desde las 11:30 am; mientras que la variedad H3 tenía la mitad del tratamiento con luz directa una hora después, a las 12:30 pm, por lo que la variedad H3 estuvo expuesta entre una hora y una hora y media menos de luz con respecto a la variedad H1 y H2.

### **9.22 Costos de producción**

El costo de producción de la variedad H1 y H2 fueron de 106 pesos por variedad y de 121 para la variedad H3. Los costos de producción incluyen insumos, abonos, y mano de obra, en este caso la mano de obra aumento el costo considerablemente, de 31 pesos para la variedad H1 y H2 a 106 pesos; y de 46 pesos para la variedad H3 a 121 pesos, por lo que se recomienda sembrar áreas más extensas para obtener un mayor rendimiento con las mismas horas de mano obra empleadas.

Hay que tomar en cuenta que la agroecología fomenta la producción para autoconsumo, por lo que de ser así los costos bajarían a 31 y 46 pesos respectivamente, debido a que no se tomaría en cuenta la mano de obra.

A pesar de esto, los costos de producción siguen siendo elevados para el rendimiento obtenido, debido a que el costo comercial de 1 kg de flor de mayo es de 20 pesos, de 18 pesos para frijol negro y de 22 pesos para el frijol Azufrado (Amarillo al igual que Bayo Azteca), en la central de abastos de la Ciudad de México con fecha de registro 17 de julio del 2019; con precios locales

de 25 pesos para Flor de Mayo, de 25 pesos para frijol Negro y de 30 pesos para frijol Azufrado y con un costo por kilogramo de 60 pesos si es orgánico y esta certificado.

En este caso, los costos reportados para la producción de 1 kg de frijol con las variedades H1, H2 y H3 (281.1, 195.5 y 256.9 pesos respectivamente) son demasiado elevados debido a que se obtuvo el proporcional a 1kg con el rendimiento obtenido, de tal manera que el costo de la mano de obra se incrementó de la misma manera. Es por esto que se recomienda sembrar áreas extensas de frijol, y de esta manera disminuir lo más posible el costo de la mano de obra.

El costo / beneficio de las tres variedades fue menor a 1, tomando como referencia el kilogramo de frijol orgánico en 60 pesos. Debido a esto, podemos decir que la producción orgánica de frijol con abono Bocashi, a pequeña escala y para autoconsumo, no es rentable. Es necesario sembrar a una mayor escala o probar con otros abonos orgánicos, debido a que Cajamarca y Velecela (2015) también reportan que la producción de frijol con bocashi es la más costosa, con pérdidas económicas, frente a la producción sin bocashi, que es la producción más rentable. Aunque también se menciona que con Bocashi se obtuvieron los mejores beneficios económicos netos, es decir, la mejor producción. Lamentablemente un exceso en la cantidad de insumos empleados o simplemente en el costo de producción del bocashi, hacen que este abono sea el que presente menores ganancias económicas, si no es que presenta pérdidas, como es el caso de este trabajo, donde el rendimiento obtenido no es equivalente a la inversión realizada.

Por otro lado, Paredes (2015) reporta un costo/ beneficio de 0.29 con Bocashi en contraste con 0.43 con su testigo, en este caso, encontrando rentable al abono Bocashi. Dato que se complementa con Iñiguez (2010) quien menciona que el uso de abonos orgánicos como lombricomposta, composta y bocashi, no son rentables sino hasta la tercera cosecha, debido a que ya no se debe de volver a fertilizar, pues los beneficios de los abonos sólidos se dan a largo plazo en el suelo. Aun así, es necesario resaltar que el bocashi es el abono orgánico con el que se obtienen los mejores rendimientos.

## X. CONCLUSIONES

- La variedad H2 Primavera 28 fue la que se adaptó mejor al cultivo con bocashi, en comparación con las variedades H1 Flor de Durazno y H3 Bayo Azteca, al presentar el mejor rendimiento ( $270.95 \text{ g m}^{-2}$ ), mayor número de semillas por vaina, mayor número de flores y de vainas, mayor Índice de Dickson, y mayor número porcentaje de proteína cruda en semilla.
- Las tres variedades presentaron un ciclo fenológico diferente y de acuerdo a su hábito de crecimiento, con duración de 96 dds para la variedad H1, 117 dds para H2 y 119 dds para H3.
- Las tres variedades de frijol se pueden cultivar utilizando bocashi como abono orgánico, obteniendo rendimientos similares a los de la agricultura convencional.
- Los resultados del análisis químico proximal para las tres variedades están dentro del rango aceptado para el consumo y comercialización.
- El costo del cultivo de estas variedades con abono orgánico bocashi no fue rentable económicamente para las condiciones de cultivo realizadas.

## XI. REFERENCIAS

- Acosta de la Luz, L. (2003). Principios agroclimáticos básicos para la producción de plantas medicinales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 8(1) Recuperado en 29 de marzo de 2019, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962003000100008&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962003000100008&lng=es&tlng=es).
- Acosta, J. A., Acosta, E., Padilla, S., Goytia, M. A., Rosales, R., y López, E. (1999). Mejoramiento de la resistencia a la sequía del frijol común en México. *Agronomía Mesoamericana*, 10, 83-90.
- Acosta-Díaz, E., Amador-Ramírez, M. D., Padilla-Ramírez, J. S., Gómez-Delgado, J. P., y Valadez-Montoya, H. (2007). Biomasa y rendimiento de frijol tipo flor de junio bajo riego y sequía. *Agricultura técnica en México*, 33(2), 153-162. Recuperado en 30 de agosto de 2018, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0568-25172007000200005&lng=es&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172007000200005&lng=es&tlng=pt).
- Acosta-Gallegos, J. A., Montero-Tavera, V., Jiménez-Hernández, Y., Anaya-López, J. L., y Gonzalez-Chavira, M. M. (2014). 'Dalia', nueva variedad de frijol de grano tipo Flor de Junio para la región centro de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(2), 331-336.
- Aguilar-Benitez G., Peña- Valdivia C. B., García- Nara J. N., Ramírez- Vallejo P., Benedicto- Valdéz S. G. y Molina-Galán J. D. (2012). Rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en relación con la concentración de vermicompost y déficit de humedad en el sustrato. *Agrociencia*. 46:1 pp.37-50.
- Aguirre-Santos, E. A., y Gomez-Aldapa, C. A. (2010). Evaluación de las características fisicoquímicas en la especie de frijol *Phaseolus vulgaris* de las variedades; pinto saltillo, bayo victoria y negro San Luis. *Revista Salud Pública y Nutrición*. Ed. Especial, 9-2010.
- Alemán M. V. (2006). Efecto de niveles de composta y hongo micorrízico arbuscular en el desarrollo y crecimiento de frijol *Phaseolus vulgaris* L. (Tesis de maestría). Universidad de Colima. Colima, México.
- Altieri, M. (2009). La agricultura moderna: impactos ecológicos y la posibilidad de una verdadera agricultura sustentable. University of California, Berkeley, Department of Environmental Science, Policy and Management. Berkeley, CA, USA.
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resistencia socio ecológica. *Agroecología*. 7(2):65-83.
- Álvarez, Díaz y López. (2005). Agricultura orgánica vs agricultura moderna como factores en la salud pública. ¿Sustentabilidad? *Salud Pública*. UJAT. Pp. 28-40 Del link: <http://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/2132/1/-304-233-A.pdf>
- Andersen, M., y Pazderka, C. (2003). ¿Es la certificación algo para mí. Una guía práctica sobre por qué, cómo y con quién certificar productos agrícolas para la exportación/RUTA-FAO. San José. Recuperado de : <http://www.fao.org/3/ad818s/ad818s00.htm#Contents> El día 20 de mayo del 2019.

Apáez-Barrios, P., Escalante-Estrada, J. A. S., y Rodríguez-González, M. T. (2011). Crecimiento y rendimiento del frijol chino en función del tipo de espaldera y clima. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13(3).

Arcos, M. L., Matu, J. E. P., y Cortez, M. A. M. (2012). Respuesta del chile habanero (*Capsicum chinense* L. Jacq) al suministro de abono orgánico en Tabasco, México| Response of habanero pepper (*Capsicum chinense* L. Jacq) organic fertilizer supply in Tabasco, México. *UDO Agrícola*, 12(2).

Ávila-Serrano, N. Y., Murillo-Amador, B., Espinoza-Villavicencio, J. L., Palacios-Espinosa, A., Guillén-Trujillo, A., Luna-De la Peña, R. D., y García-Hernández, J. L. (2010). Modelos de predicción del rendimiento de grano y caracterización de cinco cultivares de frijol yorimón. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(1).

Barbudo, P. J. (1988). Polinización y variabilidad de la producción de semillas en "*Pistacia lentiscus*" L. ("*Anacardiaceae*"). In *Anales del Jardín Botánico de Madrid* (Vol. 45, No. 1, pp. 213-231). Real Jardín Botánico.

Barquera, E., de la Cruz, M., Cano Medrano, R., Rodríguez Alcázar, J., y Sánchez García, P. (2008). Amarre de fruto en aguacate "Hass" con aplicaciones de AG3, N y anillado. *Agricultura técnica en México*, 34(4), 407-419.

Barrios Gómez, E. J., López Castañeda, C., Kohashi Shibata, J., Acosta Gallegos, J. A., Miranda Colín, S., y Mayek Pérez, N. (2011). Avances en el mejoramiento genético del frijol en México por tolerancia a temperatura alta ya sequía. *Revista fitotecnia mexicana*, 34(4), 247-255.

Barrios-Gómez, E. J., López-Castañeda, C., Kohashi-Shibata, J., Acosta-Gallegos, J. A., Miranda-Colín, S., Canul Ku, J., y Mayek-Pérez, N. (2012). Comparación de las estructuras morfológicas en raíz e hipocótilo en frijol. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(4), 655-669.

Berjak, Patricia., y Pammenter, N. (2010). Semillas ortodoxas y recalcitrantes. *Manual de semillas de árboles tropicales*. Vozzo, J.(ed.). Departamento de Agricultura de los Estado Unidos.

Birchler, T. A., Royo, A. y Pardos, M. (1998). La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Forest Systems*, 7(1), 109-121.

Brown, L. R. (2015). El mundo al borde del abismo, Cómo evitar el declive ecológico y el colapso de la economía: Ensayo ecológico y económico (Spanish Edition).

Butron Cárdenas. (2015). Aplicaciones de Bocashi y Té de Compost en el rendimiento de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) Var. Canario en condiciones del Valle de Sigwas- Arequipa (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.

Cajamarca, N. L. y Velecela, A. L. (2015). Efecto de la aplicación de bocashi y biol en la productividad de fréjol (*Phaseolus vulgaris*), variedad Blanco Belén (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Caldas, R. (2013). Entre la agricultura convencional y la agroecología. El caso de las prácticas de manejo en los sistemas de producción campesina en el municipio de Silvania. Trabajo de

Grado, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Bogotá-Colombia. Del enlace:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12482/CaldasMejiaRobertoFelipe2013.pdf?sequence=1>

Campos E. A., Osoria R. L. y Espinosa C. A. (1998). Flor de durazno – 90 variedad de frijol de temporal para valles altos de la mesa central. INIFAP. Chapingo, México.

Castillo, F. S. D., Durán Paredes, M., Pérez, M., del Carmen, E., y Magdaleno Villar, J. J. (2017). Variedades y densidades de población de frijol ejotero cultivado bajo invernadero e hidroponía. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(5), 1187-1193.

Charvet Maldonado, E. B. (2012). Análisis comparativo de agricultura orgánica con agricultura convencional: estudio de caso del cultivo de brócoli. (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Del enlace: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5180/T-PUCE-5406.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Fernández de C. P. G., López M. (1986). Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT Cali, Colombia.

Cid R, J. Á., Reveles, M., Mena, J., y Velásquez, R. (2014). Producción de semilla de frijol. INIFAP. Zac. México.

Córdoba-Rodríguez, D., Vargas-Hernández, J. J., López-Upton, J. y Muñoz-Orozco, A. (2011). Crecimiento de la raíz en plantas jóvenes de *Pinus pinaster* Gordon en respuesta a la humedad del suelo. *Agrociencia*, 45(4), 493-506. Recuperado en 22 de mayo de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952011000400008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952011000400008&lng=es&tlng=es).

Debouck, D. G., y Hidalgo, R. (1985). Morfología de la planta de frijol común. Programa de las Naciones Unidas (PNUD).

Deppe, C. (2000). *Breed your own vegetable varieties*. Chelsea Green, White River Junction, VT.

Díaz Rojo, J. A. (2003). Lenguaje y reclamos de salud en la publicidad de los alimentos. *Anàlisi: Quaderns de comunicació i cultura*, (30), 217-224. Del enlace: <https://ddd.uab.cat/pub/analisi/02112175n30/02112175n30p217.pdf>

Díaz Víquez, A., Pérez Hernández, A., & Hernández Ávila, J. (2015). Caracterización del consumidor de productos orgánicos en la ciudad de Toluca, Méx. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 19(36).

FAO, (s.f.). *Organic Agriculture*. Recuperado el día 5 de febrero del 2019 del enlace: <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq5/es/>

FAO. (2011). *Elaboración y uso del bocashi. El salvador*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>

FAO. (s.f.) Funciones de los elementos en la planta. Recuperado el día 22 de mayo del 2019 del link:

[http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/aup/pdf/6a.pdf](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/aup/pdf/6a.pdf)

FIRA. (2016). Panorama agroalimentario. Frijol 2016. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura FIRA.

Flores M. L. (2015). El cultivo del frijol en México. Revista digital universitaria RDU. Vol.16 (2).

Fouilloux, G., y Bannerot, H. (1988). Selection Methods in the Common Bean (*Phaseolus vulgaris*). In Genetic Resources of Phaseolus Beans (pp. 503-542). Springer, Dordrecht.

García Mendívil, H. A., Balderrama Corona, P. J., Castro Espinoza, L., Mungarro Ibarra, C., Arellano Gil, M., Martínez, J. L., y Gutiérrez Coronado, M. A. (2014). Efecto del abono de sustrato gastado de champiñón en el rendimiento de frijol *Phaseolus vulgaris* L. Terra Latinoamericana, 32(1), 69-76.

García N. C., Acosta J. A., Álvarez A. y González J. A. (2014). "Coranay y Costenay" Nuevas variedades de frijol para la llanura costera de Nayarit. INIFAP. Nayarit.

García, F. P., y Villamil, J. M. P. (2001). Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaria General de Estructuras.

Garza-García R., Jacinto-Hernández C. y Garza-García D. (2010). Bayo azteca, primera variedad mejorada de frijol con resistencia a *Apion godmani* Wagner. Rev. Mex. Cienc. Agric. Vol. 1 (5). Pp. 651-656.

Gliessman, S. R. (2013). Agroecología: plantando las raíces de la resistencia. Agroecología. 8(2): 19-26.

González Torres, G., Mendoza Hernández, F. M., Covarrubias Prieto, J., Morán Vázquez, N., y Acosta Gallegos, J. A. (2008). Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del Bajío. Agricultura técnica en México, 34(4), 421-430.

González, O. E. (2018). Rendimiento de jitomate guaje (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en un cultivo intercalar con caléndula (*Calendula officinalis* L.) y con la aplicación de microorganismos eficientes (Tesis de pregrado). UNAM.

Gordón-Mendoza, R., Camargo-Buitrago, I., Franco-Barrera, J., y Saavedra, A. G. (2006). Evaluación de la adaptabilidad y estabilidad de 14 híbridos de maíz, Azuero, Panamá. *Agronomía Mesoamericana*, 189-199. Recuperado de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/5159/4959>

Gutiérrez-Pérez, Cynthia, Morales, Helda, y Limón-Aguirre, Fernando. (2013). Valoraciones de calidad en alimentos orgánicos y de origen local entre consumidores de la red Comida Sana y Cercana en Chiapas. *LiminaR*, 11(1), 104-117. Recuperado en 06 de febrero de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-80272013000100008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-80272013000100008&lng=es&tlng=es).

Guzman Maldonado S. y Acosta Gallegos J. (2006). El frijol Un alimento tradicional redescubrimiento. INIFAP.

Hernández G. (2009). Fotosíntesis, Transpiración y Rendimiento de seis variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Comarca Lagunera. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Coahuila, México.

Hernández-López, V. M., Vargas-Vázquez, M. L. P., Muruaga-Martínez, J. S., Hernández-Delgado, S., y Mayek-Pérez, N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común: Avances y perspectivas. Revista fitotecnia mexicana, 36(2), 95-104.

Herrera, M. L., Valdivia, C. B. P., Rivera, J. R. A., López, C. T., y Escamilla, A. L. L. (2007). Estudio comparativo de intercambio gaseoso y parámetros fotosintéticos en dos tipos de hojas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre y domesticado. Revista Científica UDO Agrícola, 7(1), 49-57.

Hintze, J. (2009). NCSS, LLC. Kaysville, Utah. [www.ncss.com](http://www.ncss.com)

Iñiguez, A. (2010). Evaluar la aplicación de cinco tipos de abonos orgánicos en el rendimiento de fréjol *Phaseolus vilgaris* L. en La Comuna Collana Catacocha (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja. Ecuador.

Jacinto Hernández, C., & Campos Escuerdo, A. (2016). Effect of cooking on some nutritional characteristics of beans. Agronomía Mesoamericana, 4, 42-47. <https://doi.org/10.15517/am.v4i0.25165>

Jacinto-Hernández, C., Garza-García, D., y Garza-García, R. (2015). Primavera-28, variedad de frijol hábito II de temporal para los Valles Altos de la Mesa Central de México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(3), 651-657.

Júarez A. L. (2009). Identificación y caracterización de factores transcripcionales tipo AP2 involucrados en la respuesta a sequía en frijol (*Phaseolus vulgaris*) (Tesis de pregrado). UNAM, México.

Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., y Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. Idesia (Arica), 24(1), 49-61.

Laing, D. R. (1978). Adaptabilidad y estabilidad en el comportamiento de plantas de fríjol común. CIAT. Recuperado de: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat\\_digital/CIAT/36342.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/36342.pdf)

Lara Vega, I. (2013). Efecto del desarrollo y la deficiencia de fósforo sobre el complejo SnRK1 en semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (tesis de Maestría). UNAM, México.

Ligarreto, G. A. (2005). Uso de índices de crecimiento y caracteres relacionados con la fotosíntesis para el análisis de la variabilidad genética de fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Fitot. Colomb, 5(1), 23-35.

López de Jesús, R. (2008). Evaluación del efecto de la deficiencia de fosfato inorgánico (Pi) sobre algunos de los componentes de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Canario 60. (tesis de pregrado). UNAM, México.

López Salinas, E., Tosquy Valle, Ó. H., Ugalde Acosta, F. J., y Acosta Gallegos, J. A. (2008). Rendimiento y tolerancia a sequía de genotipos de frijol negro en el estado de Veracruz. Revista Fitotecnia Mexicana, 31(3).

López Soto, J. L., Ruiz Corral, J. A., Sánchez González, J. D. J., y Lépiz Ildelfonso, R. (2005). Adaptación climática de 25 especies de frijol silvestre (*Phaseolus spp*) en la República Mexicana. Revista Fitotecnia Mexicana, 28(3).

Maqueira-López, L. A., Rojan-Herrera, O., Mesa, S. A. P., y Noval, W. T. D. L. (2017). Crecimiento y rendimiento de cultivares de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) En la localidad de los palacios. Cultivos Tropicales, 38(3), 58-63.

Martínez, E.; Osuna, E. S., Padilla, J. S., Acosta, J. y Loredó, C. (2008). Tecnología para la producción de frijol en el norte centro de México. Capítulo 1. Producción de frijol en el altiplano semiárido: un enfoque agroecológico. Libro Técnico No. 4. Campo Experimental San Luis CIRNE-INIFAP. 206 p.

Martínez, F. E., Sarmiento, J., Fischer, G., y Jiménez, F. (2009). Síntomas de deficiencia de macronutrientes y boro en plantas de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Agronomía Colombiana, 27(2), 169-178.

Menéndez Sevillano, M. D. C., D'Ambrogio, A., y De Simone, M. (2000). Estructura anatómica de los tallos de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae). Resistencia al vuelco. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Buenos Aires, 20(2), 245-251.

Molist, P., Pombal, M., y Megías, M. (2011). Atlas de histología vegetal y animal. Cap. I, Dpto. de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo. Disponible en <http://webs.uvigo.es/mmegias/descargas/v-meristemas.pdf>

Monroy, M. (2008). Productos orgánicos. Retrieved From: [https://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos\\_08/58-63%20Organicos%20KMM.pdf](https://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos_08/58-63%20Organicos%20KMM.pdf).

Muñoz S. R. (2010). Frijol, rica fuente de proteínas. CONABIO. Biodiversitas, 89:7-11

Negrin Brito, A., y Jiménez Peña, Y. (2012). Evaluación del efecto agronómico del biosólido procedente de una planta de tratamiento por digestión anaerobia de residuales pecuarios en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cultivos tropicales, 33(2), 13-19.

NMX-F-378-S-1980. Frijol precocido deshidratado. dehydrated pre-cooked bean. normas mexicanas. dirección general de normas. Recuperado de <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-378-S-1980.PDF> el día 07 de mayo del 2019.

Ophuis, P. A. O. (1991). Importancia de la salud y el medio ambiente como atributos de los productos alimentarios. *Revista de estudios agrosociales*, (157), 183-201. Del enlace: [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_reas/r157\\_07.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_reas/r157_07.pdf)

Ortiz, D. A., y Flores, M. (2008). Consumo de productos orgánicos/agroecológicos en los hogares ecuatorianos. *VECO*, Quito, Ecuador.

Paredes R., Pons J. L., y Gámez F. P. (2007). Preparación de abonos orgánicos a partir de estiercol. INIFAP. Guanajuato, México.

Paredes V. E. G. (2015). Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de frejol negro (*Phaseolus vulgaris*) Variedad Brunca en el sector portal del lago, parroquia Chigüipe, Cantón Santo Domingo, Provincia Santo Domingo De Los Tsáchilas. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

Peñaloza E. G. (2014). Sustentabilidad de un cultivo de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris L.*) en invernadero, biofertilizado con rizobios nativos del Estado de Morelos y Sur del Distrito Federal (Tesis de pregrado). UNAM, México.

Pérez Vázquez, A., y Landeros Sánchez, C. (2009). Agricultura y deterioro ambiental. *Elementos*, 73, 19-25

Pérez-Vázquez, A., Lang-Ovalle, F. P., Peralta-Garay, I., y Aguirre-Pérez, F. J. (2012). Percepción del consumidor y productor de orgánicos: el mercado ocelotl de Xalapa, Ver. México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 16(31). Del enlace: <https://www.redalyc.org/html/141/14123108006/>

Piccirillo, G., & Higuera, A. (1997). Estudio de insectos polinizadores en el frijol, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. y su efecto en el rendimiento. *Rev. Fac. Agron.(LUZ)*, 14, 307-314.

Poucell, C. A. (2010). Análisis proximal y factores tóxicos naturales del frijol Comba (*Phaseolus lunatus*) y Peruano (Ph. *Vulgaris*) crudos y cocidos; así como evaluación nutritiva de los frijoles cocidos, consumidos en San Miguel Totolapan, Gro. (Tesis de pregrado). UNAM, México.

PROFECO. (2018). Alimentos Orgánicos. *Gob.mx*. Recuperado el día 5 de febrero del 2019 el enlace: <https://www.gob.mx/profeco/documentos/alimentos-organicos?state=published>

Ramos A. D., y Terry A. E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 35(4), 52-59

Rao, N. K., Hanson, J., Dulloo, M. E., y Ghosh, K. (2007). Manual para el Manejo de Semillas en Bancos de Germoplasma (Manuales para Bancos de Germoplasma No. 8). Bioersivity International. Revisado en línea el día 05 de diciembre del 2018 del link: [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=sv\\_FnxOOiCcC&oi=fnd&pg=PR6&dq=semillas+ortodoxas+frijol&ots=JRVNFdqPK&sig=uyotAGN5VkJFHqblJ6dGsVUXAIPk#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=sv_FnxOOiCcC&oi=fnd&pg=PR6&dq=semillas+ortodoxas+frijol&ots=JRVNFdqPK&sig=uyotAGN5VkJFHqblJ6dGsVUXAIPk#v=onepage&q&f=false)

Rivero, J. C. Á. (2005). Agricultura orgánica vs agricultura moderna como factores en la salud pública. ¿Sustentabilidad?

Rodríguez, E. M. M., Lupín, B., & Lacaze, M. V. (2008). Las percepciones de calidad de los consumidores de alimentos diferenciados. *Revista Argentina de Economía Agraria*, 10(1), 93-117.

Rosales S, R., Ibarra P, F. J., y Cuéllar R, E. I. (2012). Pinto Centenario, nueva variedad de frijol para el estado de Durango. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(8), 1655-1662.

Rosales Serna, R., & Ochoa Márquez, R., y Acosta Gallegos, J. (2001). Fenología y rendimiento del frijol en el altiplano de México y su respuesta al Fotoperiodo. *Agrociencia*, 35 (5), 513-523.

Rueda-Sánchez, A, Benavides-Solorio, J, Saenz-Reyez, J. T., Muñoz Flores, Hipólito J, Prieto-Ruiz, J. A, y Orozco Gutiérrez, G. (2014). Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 5(22), 58-73. Recuperado en 16 de marzo de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322014000200005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322014000200005&lng=es&tlng=es).

Sáenz, R. J. T.; Villaseñor R. F. J.; Muñoz F. H. J.; Rueda S. A. y Prieto R. J. A. (2010). Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 17. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México. 48 p

SAGARPA. (2017). Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Frijol Mexicano. SAGARPA. México.

Salmerón, F. y Valverde, O. (2016). Agricultura sostenible para enfrentar los efectos del Cambio Climático en Nicaragua. *AGRICULTURA SOSTENIBLE PARA ENFRENTAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN NICARAGUA*, (pp.9-23). Nicaragua: Fundación Friedrich Ebert,

Salvador, P. V. (2003). Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación. In *Restauración de ecosistemas mediterráneos* (pp. 65-86). Universidad de Alcalá.

Sanchez Cruz J. C. (1998). Fenología del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cuautitlan Izcalli, México (Tesis de pregrado). UNAM, Cuautitlán Izcalli, Edo. Méx.

Sánchez Valdez I. (2001). Pinto Saltillo: Nueva variedad de frijol para el sureste del Estado de Coahuila. INIFAP, Saltillo, Coahuila.

Sans, F., y Bonet, A. (1993). Producción de frutos y semillas en *Diplotaxis eruroides* (L.) DC. sometida a diferentes tratamientos de polinización. *Collectanea Botanica*, 22, 49-54. doi:<http://dx.doi.org/10.3989/collectbot.1993.v22.82>

Santos Castellanos, M., Segura Abril, M., y Núñez López, C. E. (2010). Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 63(1).

Sarandón, E. (2015). Externalidades Sociales Y Ambientales de la Producción de Soja en Argentina: Los Costos Ocultos Del Modelo. Doctoral dissertation, Georgetown University, Washington, DC. Del enlace: <http://ri.unsam.edu.ar/greenstone/collect/coltesis/index/assoc/HASHc6b6.dir/TMAG%20EY%202015%20SE.pdf>

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas. (2017). Guía Técnica para la descripción varietal de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). SAGARPA. 2edición Revisado el día 06 de diciembre del 2018 del link: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/281559/Frijol\\_guia\\_Web\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/281559/Frijol_guia_Web_.pdf)

Solarte, M. E., Moreno, L., y Melgarejo, L. M. (2010). VI. Fotosíntesis y pigmentos vegetales. *Experimentos en Fisiología Vegetal*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado en 22 de mayo del 2019, de [https://www.researchgate.net/profile/Leonardo\\_Moreno\\_Chacón/publication/295010397\\_Fotosíntesis\\_y\\_pigmentos\\_vegetales/links/56cce09208ae059e37508c00/Fotosíntesis-y-pigmentos-vegetales.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Leonardo_Moreno_Chacón/publication/295010397_Fotosíntesis_y_pigmentos_vegetales/links/56cce09208ae059e37508c00/Fotosíntesis-y-pigmentos-vegetales.pdf)

Soto, G., y Meléndez Celis, G. (2004). Cómo medir la calidad de los abonos orgánicos. Manejo Integral de Plagas y Agricultura (Costa Rica). 72 p.91-97 Recuperado en 24 de marzo del 2019, de <http://repositorio.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/318/A1909E.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Soto, J. L. L., Corral, J. A. R., González, J. D. J. S., y Ildefonso, R. L. (2005). Adaptación climática de 25 especies de frijol silvestre (*Phaseolus spp*) en la República Mexicana. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28(3), 221-230.

UC. (SF). Hábitos de Crecimiento. Recuperado el día 6 de septiembre del 2018 del link: [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/legumino/frejol/crecimie.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/frejol/crecimie.htm)

Ulloa, J. A., Rosas Ulloa, P., Ramirez-Ramirez, J. C., & Ulloa Rangel, B. E. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *CONACYT. Revista Fuente*, 3(8), p. 5-9

Vargas, S. Y. (2014). Efecto de tres abonos orgánicos en el cultivo de fréjol cuarentón (*Phaseolus vulgaris*), en el recinto San Carlos, Parroquia Puerto Limón, Cantón Santo Domingo Provincia de los Tsáchilas (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

Vargas-Munar, D. S. F., Corredor, S. A. G., Jiménez, C. J. S., Lince, D. F. E., y Merchán, H. C. E. (2012). Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en la altura de planta del frijol moteado (*Phaseolus vulgaris*) en invernadero. *Revista de Investigaciones de Uniagraria*, 1(1) pp. 95-101.

Villar, R., Ruiz-Robledo, J., Quero, J. L., Poorter, H., Valladares, F., y Marañón, T. (2004). Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*, 193-230.

Villegas, A. (2016). Evaluación del crecimiento y la actividad fotosintética de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Var. Productor cultivado en condiciones de inundación (Tesis de pregrado). UNAM, FES I, Tlalnepantla Edo. Mex.

Yamil, L. E., Medina, G., Buitrago, L. A., y CH, F. S. (1997). Respuesta morfofisiologica del frijol (*Phaseolus vulgaris* var. Diacol calima) a la aplicación edáfica de varias fuentes de boro. Acta Agronómica, 47(3), 26-32.

Zavala Olalde J. A. (1998). Comparación del crecimiento y desarrollo de tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) y una variedad de frijol ayocote (*P. coccineus*) (Tesis de pregrado). UNAM, México.