



Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte

Por un campo más sano y productivo

Amarillamiento de las plantas de frijol en el norte de Sinaloa

Consejo directivo, Gerencia y Personal técnico de campo y de laboratorio de la Junta
Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte



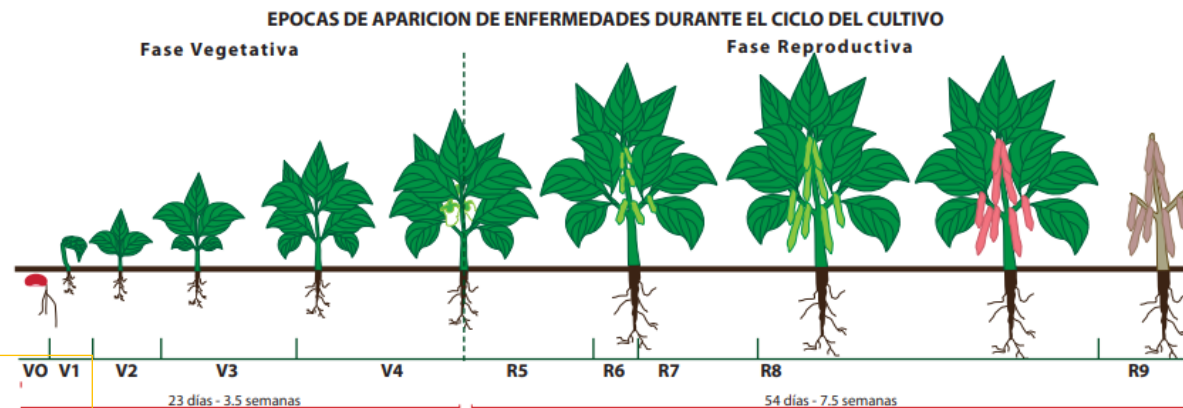
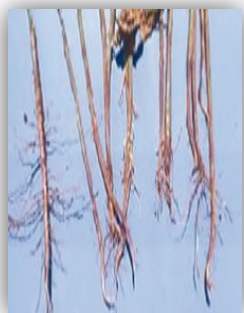
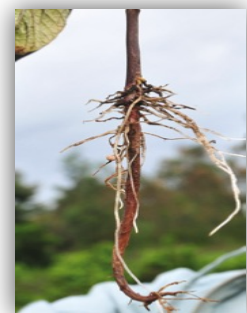
INTRODUCCIÓN



- Sinaloa, es el segundo productor de frijol en México, dicho cultivo tiene importancia social y económica para los mexicanos.
- Cada año el productor se enfrenta a diferentes retos para culminar con éxito el cultivo, ya que factores ambientales, factores bióticos, sobre todo malos manejos agronómicos merman la producción.



ENFERMEDADES QUE AFECTAN EL CULTIVO DE FRIJOL

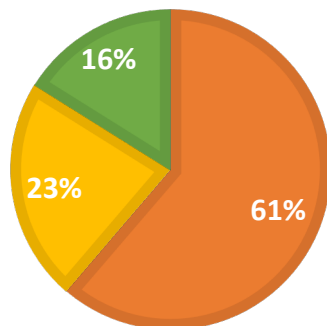




INTRODUCCIÓN

PRODUCCIÓN

■ Zacatecas ■ Sinaloa ■ Nayarit



En el mundo se conocen alrededor de 150 especies de frijol y, en nuestro país existen entre 50 y 70 de ellas, y las variedades del grano que se siembran varían por región y preferencia de consumo, por ejemplo: negro en el sureste de México, pinto en el centro y noreste y claro en el occidente y noroeste



En el presente ciclo agrícola se reportó un amarillamiento de plantas de frijol en algunos predios comerciales, las cuales se presentaban en manchones de diferentes tamaños distribuidos en todo el lote, acentuándose más en las orillas.



- Los virus son una de las principales limitantes bióticas para la producción de frijol en Latinoamérica y el Caribe.
- Disminución de rendimiento en el cultivo de hasta un 50%
- Diseminación por vector de manera no persistente.
- Infección por BCMV en frijol 33% y SMV del 30%.



Transmisión por semilla



Myzus persicae



Transmisión mecánica



Bean common mosaic virus y Soybean mosaic virus



- Las plantas infectadas por BCMV al inicio del ciclo de cultivo, o aquellas que nacen de semilla infectada, retrasan su madurez, tienen menos vainas y semillas que las plantas sanas.



- Existe variación en los síntomas dependiendo de la variedad del cultivo y a las diferentes variantes patógenicas de SMV. Se pueden observar mosaicos, deformación foliar (infección sistémica), necrosis localizada y necrosis sistémica, amarillamiento intervenal, moteado y epinastía.



Interacción genética entre el SMV y *Phaseolus vulgaris*



Las variantes patogénicas del SMV no han sido caracterizadas tan a fondo como las del BCMV y BCMNY. Existen trabajos de caracterización de cepas del SMV usando genotipos diferenciales de soya, pero la variabilidad patogénica de este virus hace que estas diferencias no les permitan hacer una clasificación definitiva.



Justificación

- El frijol es un cultivo clave en la dieta de la población, a nivel nacional Sinaloa es uno de los estados con mayor producción. En el presente ciclo agrícola se reportó un amarillamiento de plantas de frijol en algunos predios comerciales, las cuales se presentaban en manchones de diferentes tamaños distribuidos en todo el lote, acentuándose más en las orillas. Los síntomas iniciales en las plantas eran pequeñas manchas amarillas; conforme transcurría el tiempo, el número de manchas amarillas se incrementaban sobre la lámina foliar formando mosaicos, con el tiempo estas se unían hasta cubrir hoja y posteriormente secarse. Dicho problema ocasionó que se rastrearan dos predios establecidos en el mes de septiembre ubicados en el municipio de Guasave. Para conocer el origen del problema se realizó una reunión en las instalaciones técnicas de la Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte, donde se convocó a técnicos e investigadores de la Asociación de Agricultores del Río Fuerte Sur, INIFAP, SNICS, SADER y obviamente de este Organismo fitosanitario. En dicha reunión se expuso el caso, se manifestaron diversas opiniones y posteriormente este grupo técnico se traslado a un predio de frijol de variedad Reyna. De ahí en adelante el personal técnico de la JLSVVF evaluó distintos predios. Es importante resaltar que el estrés de las plantas originado por diferentes factores ambientales, mal manejo agronómico del cultivo y el tiempo que tardan en normalizarse el estrés, son los detonantes del desarrollo de los síntomas y las mermas en la producción. El presente estudio podría abrir diferentes aristas de investigación que se pueden iniciar el próximo ciclo; así mismo, continuar en la determinación de la susceptibilidad de las variedades de frijol, el efecto de las fechas de siembra y el manejo agronómico del cultivo en el desarrollo de la enfermedad.



Objetivo general

- Identificar el agente causal del amarillamiento en plantas de frijol en el norte de Sinaloa.



Objetivos específicos

-  1. Determinar la incidencia de virus y hongos que afectan el cultivo de frijol en el Valle del Fuerte, mediante técnicas serológicas, moleculares y morfológicas.
-  2. Identificar el rango de hospedantes alternos de los virus que afectan el cultivo de frijol.
-  3. Evaluar el efecto en la producción en plantas de frijol con síntomas de predios comerciales y analizar el porcentaje de transmisión por semilla.

Materiales y métodos



El presente trabajo de investigación fue desarrollado en el laboratorio de virus de la Unidad Tecnológica Fitosanitaria Integral (UTEFI) de la Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte, en Los Mochis, Sinaloa.





Objetivo 1

1. Determinar la incidencia de virus y hongos que afectan el cultivo de frijol en el Valle del Fuerte, mediante técnicas serológicas, moleculares y morfológicas.



Después de la reunión el grupo técnico se trasladó a un predio de frijol variedad Reyna establecido en el mes de septiembre; donde se tomaron seis plantas completas con diferentes síntomas, así como una aparentemente sana. Dichas muestras se trasladaron al Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario para determinar la presencia de nematodos, bacterias, hongos y virus.



Resultados



Cuadro 1. Resultados de siete plantas tomadas durante el recorrido posterior a la reunión del grupo técnico, donde se analizaron para buscar la presencia de diferentes agentes fitopatógenos.

Variedad	Nematodos	Bacterias	Hongos	Virus	Fecha de siembra
Reyna	Negativo	Negativo	<i>-Macrophomina phaseolina</i> (1) <i>-Fusarium spp.</i> <i>-Rhizoctonia solani</i> (3)	<i>-Begomovirus</i> (1) <i>-Bean common mosaic virus</i> (7) <i>-Soybean mosaic virus</i> (7)	2022-09-15

Alternativamente, se colectó una muestra de frijolillo silvestre presente en el borde del canal; la cual presentaba los síntomas descritos anteriormente, se identificó a BCMV y SMV.



Se evaluaron de forma visual 27 predios de plantas de frijol con síntomas de mosaicos, amarillamiento y pudriciones de tallos, raíces y hojas.

Cuadro 2. Incidencia de mosaico, amarillamiento y pudriciones de tallos, raíces y hojas de variedades de plantas de frijol, en zonas fitosanitarias de la Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte, durante el ciclo agrícola 2022-2023.

Variedad	No. de predios evaluados	% de incidencia	
		% Pudrición de tallos, raíces y hojas amarillas	% Mosaico amarillo
Azufrado Higuera	10	8-76%	0-36%
Reyna	14	0-96%	0-76%
Janassa	2	50-76%	2-10%
Regional	1	38%	22%
Total	27		

Cuadro 3. Porcentajes de incidencia de mosaico, amarillamiento y pudriciones de tallos, raíces y hojas respecto a la fecha de siembra del cultivo de frijol, en zonas fitosanitarias de la Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte, durante el ciclo agrícola 2022.

Fecha de siembra	No. de predios evaluados	% de incidencia	
		% Pudrición de tallos, raíces y hojas amarillas	% Mosaico amarillo
15-26 septiembre 2022	4	60-96%	36-76%
1-15 octubre 2022	16	0-76%	2-56%
16-31 octubre 2022	7	26-84%	0-36%
Total	27		

Resultados



Cuadro 4. Incidencia de mosaico, amarillamiento y pudriciones de tallos, raíces y hojas respecto a la fecha de siembra del cultivo de frijol en cada variedad, en zonas fitosanitarias de la Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte, durante el ciclo agrícola 2022.

Fecha de siembra	No. de predios evaluados	Variedad	% de incidencia	
			% Pudrición de tallos, raíces y hojas amarillas	% Mosaico amarillo
15-26 sep 2022	4 total		60-96%	36-76%
	1	Azufrado Higuera	60%	36%
	3	Reyna	92-96%	60-76%
1-15 oct 2022	16 total		0-76%	2-56%
	5	Azufrado Higuera	0-60%	2-26%
	8	Reyna	0-74%	16-56%
	1	Janassa	76%	10%
	1	Regional	38%	22%
16-31 oct 2022	7 total		26-84%	0-36%
	4	Azufrado Higuera	26-76%	0-36%
	2	Reyna	36-84%	16-20%
	1	Janassa	50%	2%
Total	27			

Resultados



Cuadro 5. Coinfección de síntomas de pudrición de tallo, amarillamiento, raíces y mosaico amarillo ocasionados por hongos y virus en variedades de plantas de frijol, en zonas fitosanitarias de la Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte, durante el ciclo agrícola 2022.

Datos del muestreo			Coinfección		
No.	Fecha de siembra	Variedad	No. de plantas con síntomas	No. de plantas con coinfección	%
1	13/10/2022	Azufrado Higuera	9	3	33.33
2	6/10/2022	Reyna	30	15	50.00
3	15/9/2022	Reyna	50	10	20.00
4	26/9/2022	Reyna	78	29	37.18
5	22/9/2022	Reyna	84	37	44.05
6	17/9/2022	Azufrado Higuera	48	13	27.08
7	2/10/2022	Reyna	57	23	40.35
8	8/10/2022	Regional	30	11	36.67
9	15/10/2022	Azufrado Higuera	23	3	13.04
10	14/10/2022	Reyna	46	13	28.26
11	6/10/2022	Azufrado Higuera	27	1	3.70
12	3/10/2022	Reyna	65	18	27.69
13	3/10/2022	Azufrado Higuera	36	6	16.67
14	9/10/2022	Reyna	54	15	27.78
15	25/10/2022	Azufrado Higuera	51	11	21.57
16	21/10/2022	Janassa	26	1	3.85
17	21/10/2022	Azufrado Higuera	38	0	0.00
18	22/10/2022	Reyna	50	8	16.00
19	4/10/2022	Janassa	43	2	4.65
20	10-10-2022	Reyna	0	0	0.00
21	5/10/2022	Reyna	13	0	0.00
22	13/10/2022	-	40	20	50.00
23	11/10/2022	Azufrado Higuera	39	5	12.82
24	10/10/2022	Reyna	43	11	25.58
25	26/10/2022	Azufrado Higuera	22	1	4.55
26	20/10/2022	Reyna	28	6	21.43
27	25/10/2022	Azufrado Higuera	15	1	6.67

Determinar la incidencia de virus que afectan el cultivo de frijol en el Valle del Fuerte, mediante técnicas serológicas y moleculares.



Colecta de muestras para la identificación del virus que afectan frijol.

Plantas de frijol y malezas con síntomas como amarillamiento, mosaico, moteado, empollamientos, epinastía y deformación en tejido foliar, se colectaron en lotes comerciales, caminos, así como en bordos de drenes y canales de riego. Las muestras se colocaron individualmente en una bolsa de polietileno etiquetada con el lugar, fecha de colecta, etc.; enseguida se depositaron en una hielera para trasladarse al laboratorio para su procesamiento. Los muestreos se realizaron en el municipio de Ahorme, durante el ciclo agrícola 2022-2023.



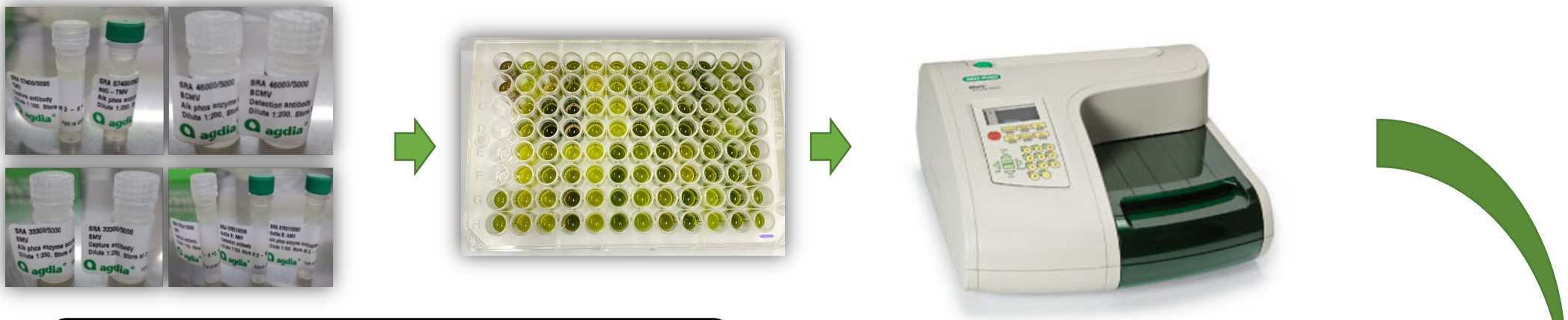
Determinar la incidencia de virus que afectan el cultivo de frijol en el Valle del Fuerte, mediante técnicas serológicas y moleculares.



- Se evaluaron **35** lotes de frijol en el Valle del Fuerte. Durante el ciclo agrícola **2022-2023** con fechas de siembra a partir de septiembre, octubre y noviembre de 2022.
- De cada lote se evaluaron plantas con mosaicos y amarillamiento en diseño de cinco de oro, 10 plantas por transecto.
- Posteriormente, se seleccionaron y colectaron. En total se colectaron y analizaron **122** plantas de frijol.
- Las muestras se colocaron en bolsas de polietileno, se etiquetaron con los datos (Agricultor, lugar de colecta, variedad, fecha de siembra, fecha de colecta, etapa Fenológica, sistema de riego, la geo-posición del lote y número de síntomas).



Determinar la incidencia de virus que afectan el cultivo de frijol en el Valle del Fuerte, mediante técnicas serológicas y moleculares.



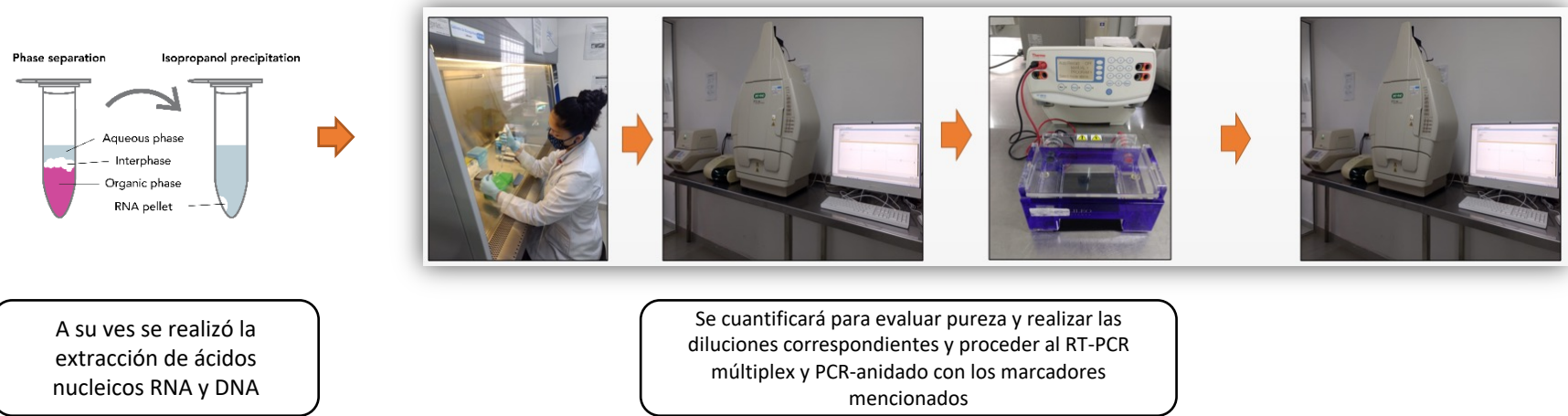
Las muestras antes descritas se procesaron del tejido sintomático para llevar a cabo la prueba de ELISA, de acuerdo a cada kit comercial de la marca Agdia®.

Result Data												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	-0.0585	0.0805	0.0515	0.0615	0.0235	0.0255	0.0365	0.0325	0.0225	0.0385	0.2725	0.0255
B	-0.0525	0.0955	0.0265	0.0795	0.0295	0.0445	0.0625	0.0945	0.0305	0.0325	0.2445	0.0405
C	-0.0555	-0.0045	0.0255	0.0355	0.0535	0.0335	0.0805	0.0435	0.0285	0.0515	0.2025	0.1255
D	-0.0555	0.0045	0.0195	0.0165	0.0355	0.0335	0.0945	0.0475	0.0245	0.0475	0.2015	0.1395
E	-0.0345	0.0355	0.0345	0.3105	0.0475	0.0365	0.0265	0.0395	0.0245	0.1505	0.0725	0.0855
F	-0.0515	0.0445	0.0295	0.2805	0.0385	0.0255	0.0175	0.0285	0.0235	0.1545	0.0695	0.0775
G	-0.0565	0.0525	0.0735	0.0225	0.0455	0.1105	0.0575	0.0425	0.0215	0.1065	0.0315	0.0255
H	-0.0635	0.0375	0.0375	0.0265	0.0395	0.1145	0.0775	0.0315	0.0255	0.1565	0.0315	0.0215



Determinar la incidencia de virus que afectan el cultivo de frijol en el Valle del Fuerte, mediante técnicas serológicas y moleculares.

Identificación molecular por PCR-anidado para Begomovirus y PCR múltiplex para detección de BCMV, CMV y SMV



Patógeno	Primers	Secuencia	Producto
Geminivirus	PAL1v1978	5'-GCATCTGCAGGC C C ACATY G T C T TYCCNGT-3'	1400 pb
	PAR1c715	5'-GAT T T C T G C A G T T D A T R T T Y T C R T C CATCCA-3'	
Begomovirus	RepMot	5'- GAGTCTAGAGGATANGTRAGGAAATARTTCTTGGC -3'	650 pb
	CpMot	5-C G C G AAT T C G AC T G G AC C T TA CATGGNCCTTCAC-3'	

Primer	Secuencia 5'-3'	Amplicón
SMV-F	AGCTCGCTTCGTCTGGAAAA	550 pb
SMV-R	ATCATCACCCACACGCCATT	
BCMV-F	GCAACAAAGGAAAAGGNCCTGA	288 pb
BCMV-R	CATACTCGCCCTTCACAGCA	
CMV-F	AAGCTTGTTTCGCGCATTCA	99 pb
CMV-R	TAACTCCGAGGAGGCAGGAA	



Resultados



Cuadro 6. Incidencia de plantas con virus en diferentes variedades de frijol en el Valle del Fuerte durante el ciclo agrícola 2022-2023

Variedad	No. de predios evaluados	No. De plantas analizadas	Incidencia de virus (%)				
			AMV	BCMV	CMV	SMV	Begomovirus
Reyna	19	64	2.04	65.3	4.08	36.73	4.08
Regional	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azufrado Higuera	13	43	0.00	42.00	0.00	34.00	2.50
Janassa	2	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	35	122					

Resultados



Cuadro 7. Incidencia de plantas con virus en diferentes fechas de siembra de frijol en el Valle del Fuerte durante el ciclo agrícola 2022-2023.

Fecha de siembra	No. De predios evaluados	Variedad	Incidencia de virus (%)				
			AMV	BCMV	CMV	SMV	Begomovirus
15-26 septiembre 2022	3	Reyna	7.69	69.23	7.69	76.92	15.38
	1	Azufrado Higuera	0	0	0	0	0
1-15 Octubre 2022	11	Reyna	0	65.21	4.34	17.39	0
	1	Regional	0	0	0	0	0
	7	Azufrado Higuera	0	25	0	35	5
	1	Janassa	0	0	0	0	0
16-31 Octubre 2022	4	Reyna	0	71.42	0	28.57	0
	5	Azufrado Higuera	0	60	0	40	0
	1	Janassa	0	0	0	0	0
1-15 Noviembre 2022	1	Azufrado Higuera	0	0	0	0	0
Total	35						

Determinar la incidencia de hongos que afectan el cultivo de frijol en el Valle del Fuerte, mediante técnicas morfológicas.



Se analizó la presencia de hongos fitopatógenos de plantas de frijol provenientes de 15 predios con síntomas de pudriciones en tallos, raíces y hojas.



Resultados



Cuadro 8. Incidencia de hongos fitopatógenos identificados morfológicamente de 15 predios de frijol, en zonas fitosanitarias de la Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte, durante el ciclo agrícola 2022.

			Incidencia de hongos fitopatógenos (%)				
Variedad	No. de predios evaluados	No. de plantas evaluadas	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>
Reyna	8	36	16.67	27.78	16.67	8.33	25.00
Regional	1	3	66.67	33.33	0.00	0.00	0.00
Azufrado Higuera	6	29	6.90	37.93	37.93	3.45	3.45
Total	15	68					



Objetivo 2

2. Identificar el rango de hospedantes alternos de los virus que afectan el cultivo de frijol.

Identificar el rango de hospedantes alternos de los virus que afectan el cultivo de frijol.



Para determinar el rango de hospedantes para virus fitopatógenos que afectan frijol, se tomaron muestras 5 muestra representativas de cada maleza en diferentes puntos, siendo un total de 40 plantas analizadas. Las cuales se encontraban en las orillas de caminos vecinales, bordos de canales, drenes y lotes de frijol en el norte de Sinaloa, durante el ciclo agrícola 2022-2023.



Resultados



Cuadro 9. Detección de virus en plantas silvestres

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Virus
1	Euphorbiaceae	Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	BCMV
2	Solanaceae	Tabaco silvestre	<i>Nicotiana glauca</i>	BCMV, SMV, CMV, TEV, TMV y Begomovirus
3		Chiquelite	<i>Solanum nigrum</i>	BCMV, CMV
4	Fabaceae	Frijolillo	<i>Rhynchosia minima</i>	CMV, TMV, SMV, BCMV y Begomovirus
5	Urticaceae	Ortiga	<i>Urtica dioica</i>	BCMV, CMV y ZYMV
6	Asteraceae	Cadillo	<i>Xanthium strumarium</i>	BCMV, CMV, ZYMV, TEV y TMV
7		Estafiate	<i>Artemisia ludovisiana</i>	CMV y ZYMV
8	Cucurbitaceae	Cundeamor	<i>Momortica carantia</i>	CMV, TEV y TMV



Objetivo 3

3. Evaluar el efecto en la producción en plantas de frijol con síntomas de predios comerciales y analizar el porcentaje de transmisión por semilla.

Evaluar el efecto en la producción en plantas de frijol con síntomas de predios comerciales y analizar el porcentaje de transmisión por semilla.



Se muestrearon plantas completas con vainas que mostraban síntomas y plantas sanas, estas de los sitios de muestreos del primer ensayo. Las plantas se colocaron sobre papel absorbente a temperatura ambiente y se dejaron hasta que perdieran por completo la humedad y estuvieran completamente secas para posteriormente pesarlas y hacer conteo de vainas y pesado de semillas por cada planta.



Evaluar el efecto en la producción en plantas de frijol con síntomas de predios comerciales y analizar el porcentaje de transmisión por semilla.



Se regaron diariamente y se analizaron hasta el desarrollo de las primeras hojas trifoliadas, se observaron en busca de síntomas como mosaico, moteado, amarillamiento, enchinamiento y clorosis intervenal, característicos de BCMV y SMV. En total se analizaron 50 plantas por cada lote, siendo un total de 14 lotes evaluados.



Resultados



Cuadro 10. Evaluación del promedio de vainas, semillas por planta y peso de las semillas de plantas con síntomas y sin síntomas.

Fecha de Siembra	Variedad	Plantas	Promedio de vainas	Promedio de semilla	Promedio peso (g)	Diferencia en peso
15/10/2022	A. Higuera	S/S*	45.6	121.8	38.2	<32.0%
		C/S*	28.0	92.8	26.0	
08/10/2022	Reyna	S/S	43.3	115.0	55.2	<63.9%
		C/S	21.2	77.0	19.9	
02/10/2022	Reyna	S/S	36.2	108.8	27.1	<1.47%
		C/S	31.8	103.6	26.7	
13/10/2022	Reyna	S/S	44.0	137.8	51.0	<8.8%
		C/S	39.6	138.0	46.5	
26/10/2022	A. Higuera	S/S	54.4	78.2	44.6	<51.7%
		C/S	15.2	51.2	21.6	
25/10/2022	A. Higuera	S/S	13.4	41.0	58.2	<76.5%
		C/S	15.8	45.6	13.7	
08/10/2022	Regional	C/S	19.4	64.4	45.5	<46.9%
		S/S	25.8	83.8	24.2	
11/10/2022	A. Higuera	S/S	43.8	132.8	45.1	<33.9%
		C/S	34.2	87.2	29.8	
10/10/2022	Reyna	S/S	51.4	174.0	54.9	<1.9%
		C/S	55.4	183.4	53.8	
22/10/2022	Reyna	S/S	44.2	101.4	43.7	<43.5%
		C/S	28.6	83.0	24.7	
13/10/2022	Reyna	S/S	29.6	91.2	41.7	<24.7%
		C/S	38.2	94.4	31.4	

*S/S= Plantas sin síntomas

*C/S=Plantas con síntomas

En cuanto al porcentaje de transmisión por semilla estos fueron los resultados:

De las 700 plantas analizadas, 8 fueron positivas a SMV, mostrando así un porcentaje de transmisión del 1.1%.



RECOMENDACIONES PARA LOS PRODUCTORES DE FRIJOL, ORGANIZACIONES AGRÍCOLAS Y AUTORIDADES DEL RAMO:

- 1.-Quien tenga guardada semilla para el próximo ciclo, deberá enviarla a un Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario, para su análisis, certificada o no certificada, para evaluar principalmente la situación de los virus transmisibles por este medio, como el Virus del Mosaico Común del Frijol y el Virus del Mosaico del Soya, cuando menos 30 días antes de la fecha de siembra.
- 2.-Considerando que los suelos agrícolas están muy contaminados de fitopatógenos, es recomendable tratarlos con la aplicación del hongo benéfico-antagónico *Trichoderma* spp. mediante aspersión directa al suelo, tratamiento de la semilla y durante la aplicación de los riegos.
- 3.-Realizar tratamiento de semilla con insecticida y fungicida sistémicos.
- 4.-Sembrar únicamente durante el mes de octubre.
- 5.-Manejar correctamente los riegos de auxilio.
- 6.-Aplicar nutrición balanceada en tiempo y forma.
- 7.-Evitar la presencia de insectos vectores de virus y/o bacterias. (Trips, Chicharritas, Mosca blanca y pulgones).
- 8.-Detectar oportunamente la sintomatología de alguna enfermedad, ocasionada por fitopatógenos, corroborándose con una muestra llevada al Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario para su análisis y recomendaciones inmediatas, evitando caer en supuestos y aplicación de productos en forma errática.
- 9.-Para auxiliar a los productores es muy importante la asesoría y visita a los lotes de producción del técnico de su confianza, los de esta Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte, estamos a sus órdenes.

Referencia bibliográfica



Beebe, S.; Ramírez, J.; Jarvis, A.; Rao, E. M.; Mosquera, G.; Bueno, J. M. and Blair, M. W. 2011. Genetic improvement of common beans and the challenges of climate change. In: C to climate change. Yadav, S. S.; Redden, R.; Hatfield, J. L.; LotzeCampen, H. and Hall, A. Wiley-Blackwell UK. 356-369 pp.

Blair, M. W., Rodriguez, L. M., Pedraza, F., Morales, F., & Beebe, S. (2007). Genetic mapping of the bean golden yellow mosaic geminivirus resistance gene bgm-1 and linkage with potyvirus resistance in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 114(2), 261-271.

Drijfhout, E., Silbernagel, M. J., & Burke, D. W. (1978). Differentiation of strains of bean common mosaic virus. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 84(1), 13-26.

FAO. 2018. Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones. Ciudad de Panamá. 292 páginas

García-Alanís, K., Baéz-González, J. B., Gallardo-Rivera, C. T., García-Solano, N. F., Walle-Castro, A. V., Martínez-García, M. K., & Hernández-Cortés, N. A. (2019). Caracterización fisicoquímica y efecto de la cocción en propiedades nutricionales del frijol *Vigna umbellata* Thumb. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4, 81-86.

Granda Mora, K. I. (2017). Inoculante a base de una cepa nativa de *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* col6 para la producción de *Phaseolus Vulgaris* L. en loja, Ecuador: Editorial Universitari

Matos, A. P. (2020). *Evaluación de cinco cultivares de frijol común (Phaseolus vulgaris L.): fundamentos teóricos*. Editorial Universitaria (Cuba).

Melotto, M., Afanador, L., & Kelly, J. D. (1996). Development of a SCAR marker linked to the I gene in common bean. *Genome*, 39(6), 1216-1219.

Morales, F. J., & Castaño, M. (2008). Enfermedades virales del frijol común en América Latina. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Palmira, Colombia*.

Naderpour, M., Lund, O. S., Larsen, R., & Johansen, E. (2010). Potyviral resistance derived from cultivars of *Phaseolus vulgaris* carrying bc-3 is associated with the homozygotic presence of a mutated eIF4E allele. *Molecular plant pathology*, 11(2), 255-263.

SADER, 2022. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Consultado 2022-06 23. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/estima-agricultura-crecimiento-de-11-4-de-la-produccion-de-frijol-en-2021-mantiene-tendencia-al-alza>

Singh, S.P., F.J. Morales, P.N. Miklas y H. Terán. 2000. Selection for Bean Golden Mosaic Resistance in Intra- and Interracial Bean Populations. *Crop Science* 40(6):1565- 1672.

Zamboni, A., Pierantoni, L., y De Franceschi, P. (2008). Total RNA extraction from strawberry tree (*Arbutus unedo*) and several other woody-plants. *Iforest-Biogeosciences and Forestry*. 122p



Por su atención, gracias.