

Establecimiento del cultivo de algodón verde, blanco y café bajo condiciones climáticas y edafológicas del municipio de Chicontepec, Veracruz

MITA. Beatriz Vázquez Chena, MCA. Juan Julio Márquez Flores, MF. Liliana Benítez Martínez
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Chicontepec, Veracruz, México

Resumen. El presente estudio tuvo como objetivo la evaluación fenológica y adaptabilidad de tres variedades de cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.: blanco, verde y café) bajo condiciones climáticas y edafológicas del municipio de Chicontepec, Veracruz, durante dos periodos: febrero – junio y agosto – diciembre del año 2025. Las variedades de algodón fueron establecidas principalmente en charolas con sustrato para la germinación, y su trasplante al campo experimental, se obtuvieron datos físicoquímicos del sustrato y suelo caracterizado con una textura franco-arenosa, con una conductividad eléctrica de 12 uS/cm y una porosidad del 39%. El trasplante a bolsas de polietileno se llevó a cabo una vez que las plantas alcanzaron 6-10 cm de altura y el establecimiento en campo experimental al alcanzar entre 11 y 15 cm, realizando registros semanales del clima y su desarrollo fenológico.

Los resultados mostraron una respuesta de adaptación entre las diferentes variedades de algodón, destacando la variedad color café donde se registró una altura final de 63 cm en el ciclo primavera verano y una tasa de germinación del 100% en otoño. Durante el desarrollo fenológico de las tres variedades, la presencia de pulgón amarillo (*Aphis gossypii*) fue controlada eficazmente aplicando solución jabonosa y extracto botánico de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.). Se concluye que la reintroducción de ecotipos pigmentados constituye una alternativa agrícola técnicamente factible y ecológicamente sustentable para dinamizar la economía de las comunidades de la Huasteca Baja.

Índice de Términos: *Gossypium hirsutum* L., algodón pigmentado, adaptabilidad edafoclimática, manejo agroecológico.

económica en la historia de la humanidad [1]. Históricamente, Mesoamérica constituye un centro primario de diversidad genética para este género, destacando la especie *Gossypium hirsutum* L., la cual fue domesticada y aprovechada por diversas civilizaciones prehispánicas siglos antes de la llegada de los europeos [2]. En el México antiguo, la fibra de algodón no únicamente poseía un uso utilitario para la confección de vestimenta doméstica, sino que ostentaba un valor ceremonial, estético y tributario de primer orden [3]. En regiones estratégicas como el Golfo de México y la Huasteca, las poblaciones autóctonas dominaron el cultivo y aprovechamiento de variedades no solo de fibra blanca convencional, sino también de algodones con pigmentación natural en tonalidades café (conocido como *coyuche* o *coyuchi*) y pigmentaciones verdes [4]. Con el paso de los siglos y la consecuente industrialización agrícola iniciada a mediados del siglo XX, la producción algodонера nacional sufrió un drástico proceso de homogeneización y posterior declive comercial, postergando el cultivo de las variedades nativas con coloración hacia sistemas agrícolas de subsistencia y traspatios tradicionales [5].

En el contexto contemporáneo, el municipio de Chicontepec, ubicado en la subregión de la Huasteca Baja en el norte del estado de Veracruz, emerge como un territorio con una alta vocación agrícola, caracterizado por una relevante presencia de población indígena y rural cuyo sustento depende históricamente de cultivos tradicionales como el maíz nativo [6]. Sin embargo, en los últimos años la dinámica de productividad en el municipio enfrenta retos socioeconómicos ya que su grano tiene cada vez menos valor asociados a la marginación, el cambio climático y la baja rentabilidad de los monocultivos tradicionales [6]. Es importante considerar la reintroducción de las variedades nativas de algodón (blanco, verde y café) de la región huasteca como un reto estratégico para dinamizar la economía local y preservar los saberes agroecológico, así

I. INTRODUCCIÓN

El algodón (*Gossypium* spp.) representa una de las fibras naturales de mayor trascendencia histórica, cultural y

como las tradiciones ancestrales, en beneficio a la conservación y desarrollo de la región [7].

El riesgo de desaparición del manejo de las variedades de algodón no es generado solamente por el cambio que han sufrido los ecosistemas en los que se desarrolla si no a la pérdida de los saberes tradicionales de los pueblos hacia las nuevas generaciones y la relación que tienen con el entorno natural [8]. La integración de los recursos fitogenéticos es adaptable a las condiciones climáticas y edáficas de los agroecosistemas de la huasteca baja debido a que han incorporado como características secundarias los cambios que las personas han ido provocando en el manejo de los cultivos y adecuándolos a ecosistemas específicos, potenciando de manera natural la resistencia a los cambios y eventos climáticos del entorno en el que se cultivan. Es importante conservar el algodón nativo por que forma parte del patrimonio mexicano, por lo que la adaptación a las condiciones climáticas del municipio de Chicontepec, resulta relevante como mecanismo de viabilidad productiva agrícola e incentiva la economía en la utilización de la fibra y sus componentes biológicos los cuales son utilizados para diferentes beneficios y continuar conservando, valorando y generando un modelo de aprovechamiento de producción sostenible [8].

Con el objetivo de determinar el comportamiento fenológico del cultivo de algodón en el área de estudio, la presente investigación evaluó la respuesta agronómica del algodón verde, blanco y café bajo las condiciones edáficas y climáticas del municipio de Chicontepec. El establecimiento del cultivo de algodón en el área experimental se desarrollo durante dos ciclos agrícolas en 2025: primavera – verano (febrero-junio) y otoño – invierno (agosto-diciembre).

Durante el proceso para el establecimiento del cultivo de algodón se considera de manera inicial las características edafológicas del suelo y del sustrato para la germinación de las semillas, así como los parámetros determinantes que resulten favorables para el desarrollo del cultivo en el campo experimental bajo las condiciones climáticas del municipio de Chicontepec [9]. La germinación se llevó a cabo en charolas bajo condiciones edafológicas controladas, al alcanzar una altura de 6 a 10 cm, las plántulas se trasplantaron a bolsas de polietileno para promover el desarrollo del sistema radicular, cuando se registro una altura de 11 a 15 cm, se trasladaron finalmente al campo experimental, para el establecimiento definitivo. Durante la germinación, trasplante y desarrollo en campo, se monitoreo el cambio relativo de la temperatura y el crecimiento vegetal en función a la adaptación biológica y rendimiento potencial de las tres variedades de algodón en los dos ciclos agrícolas.

La evaluación de las tres variables de algodón responde a las necesidades socioambientales del municipio de Chicontepec. En el ámbito social, rescata el patrimonio biocultural de la producción textil artesanal. En el ámbito económico, genera oportunidades de acceso a mercados de fibra orgánica que mantienen colores naturales, así como

aplicaciones farmacéuticas hasta la obtención de pigmentos. Finalmente, en el aspecto ambiental, favorece la cobertura del suelo y la conservación del germoplasma nativo de la región [10].

El estudio realizado aporta datos cuantitativos y técnicos sobre la factibilidad para el establecimiento y producción sustentable del cultivo de algodón bajo las condiciones edáfica y climáticas del municipio de Chicontepec de la huasteca baja veracruzana.

II. ANTECEDENTES

La producción de algodón es de gran importancia en el sector agrícola dado a que los mas beneficiados son los agricultores cuando se valoriza el precio de las fibras de buena calidad, esto va de la mano con la adaptabilidad de las variedades de algodón que se introduzca para la producción, rendimientos y su rentabilidad [11].

En el mundo se producen aproximadamente veintinueve millones de toneladas de fibra y los principales productores son: China, Estados Unidos, India y Brasil. Las principales especies que se cultivan en el mundo son clasificadas en tres grupos principales 1: algodones de textura media y gruesa (*Gossypium hirsutum*), el cual suple el 90 % de la demanda mundial, 2; algodones de fibra larga, fuerte y fina (*G. barbadense*) y se ha limitado a menos del 10% de la producción mundial y el 3; las especies *G. arboreum* y *G. herbaceum* se caracterizan por tener una fibra corta y gruesa. La producción de algodón ha decrecido significativamente en algunos países debido a diferentes factores, tal como problemas agronómicos y sanitarios, lo que provoca precios bajos e inferior calidad de las fibras, es por ello que se han realizado evaluaciones de genotipos, interacción y ambiente, en el que el rendimiento de un variedad depende en mayor proporción de la genética, es decir, que las mejores semillas serán adaptadas dando respuesta a factores de estrés bióticos o abióticos, para un mejor rendimiento de la producción [12].

Para el establecimiento y producción de algodón es importante contar con los ecotipos adaptables a las condiciones ambientales de la región ya que de acuerdo a las condiciones de temperatura y humedad son resistentes a condiciones de sequia y salinidad de suelos, sin embargo, algunas variedades poseen algunas características que limitan su productividad por lo que es importante considerar métodos de mejoramiento para un mayor rendimiento del cultivo de algodón [13].

En el cultivo de algodón, la temperatura debe estar comprendida entre 21°, 27° y 32° C durante el periodo de crecimiento vegetativo y de floración, las temperaturas por encima del rango perjudican su crecimiento y reproducción, sobre todo en la etapa de floración ya que existe mayor sensibilidad a las temperaturas máximas lo cual afecta la calidad de la fibra, la tolerancia a altas temperaturas en el algodón es genotípica y las que son menos tolerantes al estrés térmico presentan características fenológicas no deseadas [14].

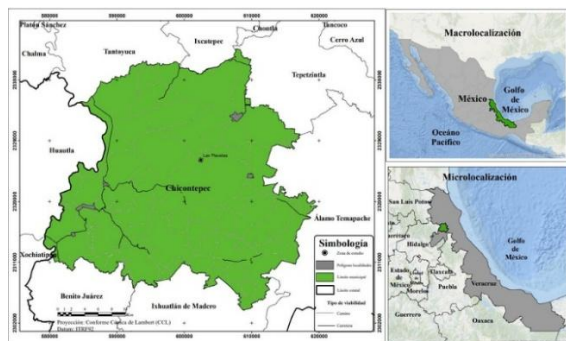
Para la producción de algodón es importante identificar y desarrollar técnicas de manejo que atenúen las consecuencias negativas de las altas temperaturas.

Los estudios realizados por diferentes autores confirman la viabilidad técnica y adaptativa de la interacción genotipo por ambiente en el cultivo de algodón en factores determinantes para la producción ya que el rendimiento y la calidad de las fibras varían significativamente según la región y el manejo agrícola [15].

III. METODOLOGÍA

Ubicación del Área de Estudio.

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Chicontepec, localizado en la región norte del estado de Veracruz, México, en la demarcación conocida geográficamente como la Huasteca Baja. La zona de estudio se ubica entre las coordenadas geográficas 20° 58' y 21° 18' de latitud norte, y 97° 48' y 98° 12' de longitud oeste, con una altitud variable que oscila entre los 100 y 600 metros sobre el nivel del mar [16].



Ubicación del área de estudio en Chicontepec, Veracruz.
Fuente: ResearchGate

El clima predilecto de la región corresponde al cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw_1 , registrado con temperaturas medias anuales entre 24 °C y 28 °C y una precipitación total anual que fluctúa entre 1,200 mm y 1,600 mm [16], [17].

Fase 1: Recopilación Histórica y Selección de Germoplasma.

Se realizó una investigación documental en archivos históricos regionales y bases de datos oficiales para evaluar el antecedente algodónero de la Huasteca Veracruzana, confirmando que la producción tradicional cayó drásticamente a mediados del siglo XX por la industrialización de fibras sintéticas [18]. Se realizó la recolección y selección manual de las semillas de tres variedades convencionales de algodón (*Gossypium hirsutum* L.): blanco, verde y café (*coyuche*) del municipio de Chicontepec. La selección se realizó de acuerdo a las características fenológicas de las plantas, descartando semillas deformes, fracturadas o atacadas por plagas.

Fase 2: Preparación del Sustrato y Germinación.

Para la fase de germinación en charolas forestales, se formuló un sustrato orgánico (Figura 1) a base de tierra de monte y hojarasca tamizada con malla de 2 mm, incorporando carbón vegetativo molido (para mejorar porosidad y retención hídrica) y cal agrícola (CaCO_3) al 2% para neutralizar la acidez de la materia orgánica [19]. Se extrajo una muestra compuesta del sustrato preparado y se canalizó al laboratorio agronómico para determinar sus propiedades físico-químicas iniciales.



Figura 1: Mezcla del sustrato con materia orgánica tamizada, carbón y cal.

Los parámetros determinados fueron: pH (potencial de hidrógeno), contenido de Nitratos (NO_3^-), Potasio (K^+), Calcio (Ca^{2+}), Sodio (Na^+), Conductividad Eléctrica (CE) y porcentaje de porosidad (Figura 2). Este análisis aseguró que el sustrato cumpliera con los requerimientos nutricionales iniciales descritos en la literatura para la emergencia de plántulas. Las semillas germinadas fueron trasplantadas a bolsas de polietileno una vez que alcanzaron entre 6 y 10 cm de altura, permitiendo el fortalecimiento del sistema radicular (Figura 3).



Figura 2: Análisis físico-químicos del sustrato, utilizando un kit edafológico.



Figura 3: Germinación de semillas en charolas con una altura de 6 y 10 cm.

Fase 3: Acondicionamiento del Terreno y Trasplante.

Previo al establecimiento en campo, el terreno experimental fue sometido a barbecho (30 cm de profundidad) y rastreo doble para optimizar la estructura del lecho radicular. Se tomaron muestras compuestas de suelo de profundidad 30 cm para el análisis edafológico. El trasplante de las tres variedades (blanco, verde y café) se llevó a cabo cuando las plantas presentaron una altura de 11 a 15 cm, una etapa fenológica donde la planta posee suficiente vigor para soportar el estrés del cambio de ambiente (Figura 4). La densidad de siembra se ajustó para permitir el monitoreo individualizado de cada variedad.



Figura 4: Trasplante de algodón al campo experimental.

Fase 4: Monitoreo Climático y Fenológico.

Durante los dos ciclos de cultivo evaluados en el año 2025 (febrero-junio y agosto-diciembre), se llevó a cabo el monitoreo de las condiciones climatológicas locales. Se registraron variables de precipitación pluvial y temperatura ambiente, correlacionando estos datos con mediciones semanales de la altura de las plantas. Este seguimiento permitió identificar las tasas de crecimiento relativo de cada variedad de color frente a las fluctuaciones térmicas e hídricas de Chicontepec.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Interpretación de las Propiedades Edafológicas del Sustrato y Suelo Experimental.

El análisis edafológico del sustrato formulado a base de materia orgánica (hojarasca), carbón vegetativo y cal mostró un entorno químico-físico idóneo para la germinación y primera fase de enraizamiento de *Gossypium hirsutum* L.. La conductividad eléctrica registrada de 70 uS/cm (0.07 dS/m) indica una concentración de sales extremadamente baja, situándose muy por debajo del umbral crítico de salinidad (2.0 dS/m) reportado para el establecimiento inicial del algodón. El aporte de nitratos (NO_3^- de 340 ppm) y potasio (K^+ de 190 ppm) es base nutricional altamente disponible para la emergencia embrionaria, sin embargo, la elevada concentración de calcio (Ca^{2+} de 960 ppm) permitió la neutralización de la acidez de la hojarasca, estabilizando el pH del medio (Tabla 1).

Las propiedades físicas del sustrato mostraron una densidad aparente de 0.58 g/cm³ y densidad real de 1.30 g/cm³,

obteniendo un % de porosidad del 55.4%. Diversos autores recomiendan valores de porosidad mayores a 40% para especies con mayor requerimiento hídrico, se observó el desarrollo del cepellón en las charolas forestales lo cual aseguro el crecimiento de las plantas durante el trasplante a bolsas de polietileno.

Tabla 1. Datos Edafológico registrados del sustrato y campo experimental.

Sustrato de germinación	Suelo del campo experimental
CE: 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Muy baja salinidad)	CE: 12 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Excelente balance)
NO_3^- : 340 ppm (Nutrición inicial)	NO_3^- : 150 ppm (Adecuado para desarrollo)
Porosidad: 17% (Sostén de cepellón)	Porosidad: 39% (Textura Franco-Arenosa)
Na^+ : 370 ppm K^+ : 190 ppm	Textura: Franco-Arenosa Na^+ : 300 ppm

El suelo del campo experimental presento las siguientes propiedades físicas: textura de tipo franco-arenosa, con una conductividad eléctrica de 12 uS/cm, densidad aparente de 1.06 g/cm³, densidad real de 1.83 g/cm³ y un porcentaje de porosidad del 42.1%, propiedades físicas que aseguran una adecuada aireación y drenaje. El análisis químico realizado al suelo registro de nitrato (NO_3^- 150 ppm) y sodio (Na^+ de 300 ppm). Por otra parte, se registraron concentraciones bajas de potasio (K^+ de 14 ppm) y calcio (Ca^{2+} de 8 ppm). Esta deficiencia nutrimental fue compensada por la reserva de nutrientes contenida en el cepellón de las plantas desarrolladas en las bolsas de polietileno, lo que favoreció aun mas el crecimiento radicular y la adaptación de las plantas en el suelo experimental donde se estableció el cultivo de algodón.

Análisis Germinativo del algodón y Monitoreo Térmico.

Se monitorio el proceso germinativo en charolas donde se registraron variaciones en respuesta a las condiciones microclimaticas de los periodos evaluados en 2025. En el primer periodo (febrero-marzo) con siembras establecidas el 7 y 11 de febrero, las plantas de algodón blanco y café alcanzaron una altura promedio de 10 cm al 11 de marzo, correspondiente a un periodo de desarrollo de 32 días posteriores a la siembra.

En la segunda siembra de este ciclo (siembras del 25 de febrero y 4 de marzo), el algodón blanco alcanzó 6 cm y el verde 10 cm al 18 de marzo. Las tendencias térmicas registradas por la estación meteorológica indicaron un ascenso térmico gradual con temperaturas medias sostenidas entre 19 °C y 27 °C, rango óptimo que estimula la actividad enzimática (Grafica 1).

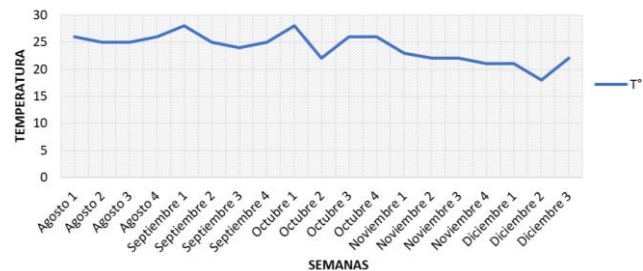
TENDENCIA DE TEMPERATURA FEBRERO - JUNIO 2025 (Terrerillos, Chicontepec, Ver.)



Grafica 1: Tendencias de temperatura durante el periodo febrero – junio 2025 de la siembra de las semillas de algodón verde, blanco y café, hasta su trasplante al terreno experimental.

En el segundo periodo (agosto-diciembre), la primera siembra del 2 de septiembre mostró una tasa de germinación variables del 6 al 19 de septiembre: algodón verde con un 26.6 % (8 de 30), blanco con 46.6 % (14 de 30) y café con 3.3% (1 de 30) alcanzando una altura de 8 cm. Al ajustar el manejo en la segunda siembra del 9 de septiembre, la respuesta de emergencia mejoró sensiblemente para el 19 de septiembre: algodón verde con 86.6% (26 de 30), blanco con 60.0 % (18 de 30) y café con 100 % (30 de 30) alcanzando una altura de 7 cm. Hacia el 30 de septiembre, al momento del trasplante definitivo a bolsas, el algodón blanco registró 10 cm, el verde 8 cm y el café 8 cm, con un registro térmico de temperatura en un rango de 26 °C a 22 °C (Grafica 2). Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Dong et al. [20], quienes demostraron que fluctuaciones térmicas repentinas al inicio del otoño inducen latencia secundaria en genotipos pigmentados de *Gossypium*, la cual es superada al estabilizarse la humedad y radiación incidente.

TENDENCIA DE TEMPERATURA AGOSTO - DICIEMBRE 2025 (Terrerillos, Chicontepec, Ver.)



Grafica 2: Tendencias de temperatura durante el periodo agosto – diciembre 2025 de la siembra de las semillas de algodón, verde, blanco y café, hasta su trasplante al terreno experimental.

Crecimiento Biométrico Semanal y Evaluación Comparativa.

El monitoreo de la altura vegetal en el terreno experimental evidenció marcadas divergencias en el vigor biológico según la estación climática de desarrollo.

Ciclo febrero - junio 2025.

En este ciclo, la tasa de elongación stem-apical fue sumamente dinámica, durante el trasplante (Semana 0, 11 de abril), las plántulas iniciaron con alturas de 10 cm (verde), 12 cm (blanco) y 13 cm (café). Hacia la Semana 4 (9 de mayo), las tres variedades mantenían un crecimiento parejo (26 cm, 26 cm y 29 cm, respectivamente). A partir de la Semana 6 (23 de mayo) se presentó una variación fisiológica: el algodón café igualó al verde en 38 cm, mientras que el blanco tomó el liderazgo con 43 cm. Al cierre de la evaluación en la Semana 8 (6 de junio), la variedad café superó significativamente a las demás con una altura final de 63 cm, seguida del algodón blanco (54 cm) y el verde (43 cm) (Tabla 2).

Tabla 2: Datos de “altura de la planta”, de las tres variedades de algodón, verde, blanco y café, periodo febrero – junio 2025.

MES	ALTURA DE LA PLANTA (CM)				
	DI A	SEMAN A	VERD E	BLANC O	CAF É
ABRI L	11	0	10	12	13
ABRI L	18	1	15	15	15
ABRI L	25	2	20	18	20
MAY O	2	3	22	21	22
MAY O	9	4	26	26	29
MAY O	16	5	32	36	35
MAY O	23	6	38	43	38
MAY O	30	7	40	46	40
JUNI O	6	8	43	54	63

De acuerdo a los resultados de la tabla 2 el crecimiento acelerado en la semana 5 al 8 del algodón café durante los meses de mayo y junio coinciden con Gurpreet Virk, John L., et al., [21], ya que analizan cuantitativamente como genotipos de algodón expuestos a radiación y temperaturas superiores a 30 °C ajustan su aparato fotosintético C3, la eficiencia del fotosistema II y la tasa de elongación y biomasa.

Ciclo agosto – diciembre 2025.

Durante la evaluación de fines de año, el ritmo de crecimiento fue sensiblemente más moderado. En la Semana 4 (7 de noviembre), las plantas alcanzaron 11cm (verde), 15 cm (blanco) y 13 cm (café). Al término de la

Semana 8 (5 de diciembre), el algodón blanco alcanzó el máximo desarrollo relativo con 28 cm, seguido de la variedad café con 24 cm y la verde con 17 cm (Tabla 3).

Tabla 3: Datos de “altura de la planta”, de las tres variedades de algodón, verde, blanco y café, periodo agosto – diciembre 2025.

MES	DIA	SEMANA	ALTURA DE LA PLANTA (CM)		
			VERDE	BLANCO	CAFÉ
OCTUBRE	10	0	No se monitorio		
OCTUBRE	17	1			
OCTUBRE	24	2			
OCTUBRE	31	3			
NOVIEMBRE	7	4	11	15	13
NOVIEMBRE	14	5	12	17	14
NOVIEMBRE	21	6	14	20	16
NOVIEMBRE	28	7	16	25	21
DICIEMBRE	5	8	17	28	24

Esta desaceleración en la tasa de crecimiento de 0.8 a 1.2 cm/semana durante otoño-invierno (en comparación con los 3.0 a 6.0 cm/semana observados en mayo-junio) se atribuye al acortamiento del fotoperiodo y al descenso térmico estacional registrado en la Huasteca. Estudios conducidos por Snider et al. [22] fundamentan que temperaturas nocturnas inferiores a 18 °C reducen la traslocación de carbohidratos desde las hojas fuente hacia los meristemas de crecimiento en el algodón, limitando la elongación celular.

Sanidad Agroecológica e Interacción con el Entorno.

Un aspecto sumamente relevante del estudio fue la ocurrencia de fitófagos, específicamente la infestación por pulgón amarillo (*Aphis gossypii* Glover). Este insecto hemíptero afecta la función fisiológica de la planta mediante la succión de savia elaborada y la secreción de mielecilla que favorece la fumagina. El control alternativo mediante la aplicación inicial de soluciones jabonosas (que rompen la capa cerosa del exoesqueleto del pulgón), seguido de la aplicación fitosanitaria de extracto botánico de cempasúchil (*Tagetes erecta* L.), demostró ser altamente efectivo para mitigar la densidad poblacional de la plaga sin recurrir a plaguicidas sintéticos. Investigaciones previas realizadas respaldan la mortalidad por contacto y la efectividad biológica de los extractos acuosos y etanólicos de *Tagetes erecta* L., los cuales ejercen un poderoso efecto repelente y de toxicidad por contacto contra homópteros en cultivos agrícolas [23]. El manejo adecuado para disminuir la densidad poblacional del insecto hemíptero permitió que las plantas alcanzaran a desarrollarse adecuadamente en las etapas de floración y formación de capsulas en la variedad de algodón verde a una etapa temprana a diferencia de la variedad blanca y café.

V. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos del desarrollo fenológico de las plantas de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) y sus tres variedades (blanco, verde y café) en función a las propiedades edafológicas y variación de la temperatura durante los dos periodos evaluados en el año 2025, confirmo que las propiedades físicas y químicas del sustrato y suelo experimental del municipio de Chicontepec, Veracruz, son ideales para el establecimiento vegetativo de *Gossypium hirsutum* L.. Resaltando la variedad de algodón café el cual alcanzó un mayor crecimiento en el primer periodo febrero-junio 2025 con 63 cm de altura y registrar una tasa de germinación del 100% en el segundo periodo agosto-diciembre 2025, demostrando una adaptación fisiológica y fotosintética ante variaciones térmicas e hídricas. Es importante considerar la optimización en el establecimiento del cultivo en periodos posteriores donde el mas recomendado es a partir de febrero o marzo e implementando soluciones nutritivas para compensar los niveles bajos actuales, tal es el caso del potasio, así como dar un mantenimiento agroecológico para el control contra *Aphis gossypii*. Desde la perspectiva del Desarrollo Sostenible, el reestablecimiento de los algodones de color (verde y café) elimina la necesidad de procesos industriales de blanqueado y teñido químico, previniendo la contaminación de los acuíferos locales de la Huasteca. Asimismo, este cultivo promueve la conservación *in situ* del germoplasma nativo y revitaliza la identidad biocultural de las comunidades Náhuatl y Tének. La producción de fibras pigmentadas naturalmente permite articular a las artesanas locales con mercados éticos de mayor valor agregado, impulsando la economía rural de Chicontepec mediante un modelo agrícola sustentable, resiliente y respetuoso con el medio ambiente.

VI. REFERENCIAS

[1] Aboites Aguilar, Luis. *La caída del algodón en México (1957-2020). El conflictivo ascenso de Chihuahua*. Monterrey, México: Universidad Autónoma de Nuevo León, 2021.

[2] Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías. *Algodón nativo y bioseguridad en México: Conservación de recursos fitogenéticos*. Ciudad de México: CIBIOGEM, 2024.

[3] Gobierno del Estado de Veracruz. *Plan Municipal de Desarrollo de Chicontepec, Veracruz: Diagnóstico socioeconómico y ambiental*. Xalapa, México: Gobierno del Estado de Veracruz, 2022.

[4] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *Anuario estadístico y geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave*. Aguascalientes, México: INEGI, 2023.

[5] Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Téllez e Indígenas. *Estudios edafológicos y agroclimáticos para la Huasteca Baja*. Ciudad de México: INIFAP / SADER, 2020.

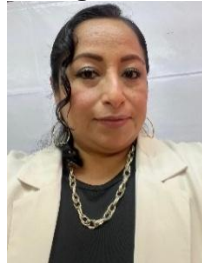
[6] Osorio Antonia, José, Bada Carbajal, Lila Margarita y Lambarry Vilchis, Fernando. *Agro productividad del maíz nativo en la zona indígena de Chicontepec, Veracruz, México. Revista de Geografía agrícola Núm. 68 -2022*

[7] Quiroz Ruiz, Laura Margarita. *Cultivo de algodón nativo en la costa de Oaxaca y su potencial de diversificación regional*. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico Nacional de México, Oaxaca, México, 2023.

- [8] Pérez M., C.; Tovar G., M. R.; Avilés Q., M. V.; Tovar G., M. y Guzmán M., J. 2012. *Kuimuxa: algodón nativo de México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, Centro Nacional de Recursos Genéticos. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 80 p. (Publicación Especial Núm. 2). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Guía técnica para el manejo edafológico y germinación de cultivos industriales en el estado de Veracruz. Ciudad de México: SADER, 2021.*
- [9] Santillano Cázares, J., L. G. Roque Díaz, F. Núñez Ramírez, R. L. Grijalva Contreras, F. Robles Contreras, R. Macías Duarte, I. Escobosa García y V. Cárdenas Salazar. 2019. La fertilidad del suelo afecta el crecimiento, nutrición y rendimiento de algodón cultivado en dos sistemas de riego y diferentes dosis de nitrógeno. *Terra Latinoamericana* 37: 7-14.
- [10] Wegier Ana, Alavez Valeria, y Piñero Daniel. Estudio piloto en localidades donde habita el algodón silvestre para obtener información de la influencia antropogénica actual. Programa para la conservación de poblaciones silvestres del género *Gossypium* en México Documento 9. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO), 2014.
- [11] Pimienta Celedon, G. (1999). Adaptabilidad y estabilidad de nuevos cultivares de algodón (*gossypium hirsutum* L.) en el departamento del Cesar. Universidad del Magdalena. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14923/2172>
- [12] Julian Roberto Mejía-Salazar, Carlos Hernando Galeano-Mendoza, Esteban Burbano-Erazo, Franco Alirio Vallejo-Cabrera, Miguel Arango. Interacción genotipo por ambiente de nueve variedades de algodón para los Valles interandinos en Colombia. *Agronomía Mesoamericana*. Volumen 31(1):31-42. 2020.
- [13] Theodore Nedd, L. L., Martínez Medina, S. de J., & González Vega, M. E. (2025). El cultivo de tejidos y la transformación genética en *Gossypium* spp. *Cultivos Tropicales*, 46(1), <https://cu-id.com/2050/v46n1e12>. Recuperado a partir de <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1847>
- [14] Colombo, Facundo Victorio. "Rendimiento y calidad de fibra de genotipos de algodón (*gossypium hirsutum* L.) en respuesta a la nutrición nitrogenada y altas temperaturas". Tesis de maestría, Universidad Nacional de Río Cuarto, 2019.
- [15] Bonilla B., Olga; Hernández L., Enrique; Maltos B., Jorge; Hernández B., Aurelio; Franco G., Iván; Martínez Y., Beatriz. Rendimiento y calidad de fibra en genotipos de algodón convencional en dos ambientes en México. *Ecosist. Recur. Agropec. Núm. Esp. VI: e5289*, 2026.
- [16] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Anuario estadístico y geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave*. INEGI.
- [17] Servicio Meteorológico Nacional. (2025). *Reporte climatológico anual y estadísticas de precipitación para el municipio de Chicotepec, Veracruz*. CONAGUA / SMN.
- [18] Ramírez, G. (2002). Historia y desarrollo de la agricultura de fibras textiles en el Totonacapan y la Huasteca veracruzana. *Boletín de Historia Agrícola de Veracruz*, 8(2), 45–61.
- [19] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Prácticas agrícolas y manejo del suelo en la Huasteca Veracruzana*. INEGI.
- [20] Dong, H., Li, W., Tang, W., & Zhang, D. (2020). Early development and physiological response of colored cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars under fluctuating temperature regimes. *Field Crops Research*, 249(1), 107–119.
- [21] Gurpreet Virk, John L. Snider, Peng Chee, David Jespersen, C. Pilon, et al. Extreme temperatures affect seedling growth and photosynthetic performance of advanced cotton genotypes. *Industrial Crops and Products* (Elsevier, Vol. 172, 2021)
- [22] Snider, J. L., Oosterhuis, D. M., & Kawakami, E. M. (2021). Genotypic variation in reproductive tolerance to heat and cold stress in *Gossypium hirsutum* L. *Environmental and Experimental Botany*, 182, 104–115.

- [23] Alberto J. Valencia-Botín, Ángel Padilla-Hernández y Esaú Ruíz-Sánchez. Efecto insecticida del extracto acuoso de cempasúchil (*Tagetes erecta*) y orégano cubano (*Coleus amboinicus*) en mosquita blanca (*Bemisia tabaci*). *Avances en Investigación Agropecuaria* (Universidad de Colima, Vol. 28, 2024).

Bibliografía autor(es)



Docente Asociado B, Con Perfil deseable, TECNM, (ITSCHI). Ingeniera Bioquímica, (ITSM), Misantla, Veracruz. Maestría en Ingeniería y Tecnología Ambiental, Universidad Tecnológica Latinoamericana. Docente (PTC) En la carrera de Ingeniería en Desarrollo Comunitario: División de Ingeniería Desarrollo Comunitario.



Márquez Flores Juan Julio: Docente Titular A, con Perfil Deseable, TECNM, (ITSCHI). Ingeniero Industrial, por el (ITSTA) de Tantoyuca, Veracruz. Maestría en Ciencias Administrativas, Universidad del Golfo, Tampico, Tamaulipas. Docente (PTC) en la carrera de Ingeniería en Desarrollo Comunitario: División de Ingeniería Desarrollo Comunitario. Actualmente cursando estudios de Doctorado.



Benítez Martínez Liliana: Profesor Asociado C, con Perfil Deseable, TECNM, (ITSCHI) Licenciada en Contaduría Pública, Universidad la Salle Pachuca. Maestría en Finanzas, Instituto de Estudios Universitarios de Puebla. Docente (PTC) en la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial.