



# Ciencias Agropecuarias – B

*1er Simposio Internacional de Desarrollo Tecnológico*

*Compilador  
Juan Levi Vera Espitia*



## **Ciencias Agropecuarias-B**

1er Simposio Internacional de Desarrollo Tecnológico

Universidad Politécnica del Bicentenario

Carretera Estatal Silao-Romita Km. 2

San Juan de los Durán, Silao de la Victoria, Guanajuato, México

C.P. 36283

[www.upbicentenario.edu.mx](http://www.upbicentenario.edu.mx)

Primera edición 2014

ISBN 978-607-96471-4-8 Ciencias Agropecuarias - B

Se autoriza el uso y contenido de esta obra, siempre y cuando se cite la fuente

# ÍNDICE

Prólogo .....	4
Análisis de la producción hortícola en el estado de Guanajuato, México. ....	6
Identificación y colecta de especies de Higuierilla ( <i>Ricinus communis</i> L.) en los municipios de Silao de la Victoria y Romita de Liceaga, Gto., México, para su potencial uso comercial.....	12
Degradación del colorante textil azul disperso 3 por el método fotocatalítico....	16
Parámetros agronómicos en híbridos precomerciales de maíz para el bajío de México.....	19
Evaluación de condiciones de temperatura de un colorante natural empleado como sensibilizador en una DSSC. ....	25

# Prólogo

El objetivo de la presente administración federal es llevar a México a su máximo potencial en un sentido amplio, además del crecimiento económico o el ingreso, factores como el desarrollo humano, la igualdad sustantiva entre mujeres y hombres, la protección de los recursos naturales, la salud, educación, participación política y seguridad, forman parte integral de la visión que se tiene para alcanzar dicho potencial como se plasma en el Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018 (PND, 2013). En este ámbito se han planteado cinco metas nacionales (México en paz, México incluyente, México con educación de calidad, México prospero, México con responsabilidad social), divididas en objetivos, estrategias y líneas de acción. En la meta nacional de México con educación de calidad en el objetivo 3.5 que describe como hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible. Con estas acciones se hace evidente el compromiso del gobierno federal en el apoyo al desarrollo tecnológico como una estrategia primordial en el desarrollo integral de la sociedad mexicana. En el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Guanajuato 2035 (PLAN 2035, 2013) se definen estrategias y proyectos para vincular la economía con el humanismo a través del conocimiento y así tener al desarrollo humano y social como eje rector del desarrollo sustentable, equilibrado y equitativo en el estado, en este plan se describen cinco dimensiones estratégicas (humana y social, administración pública y estado de derecho, economía y medio ambiente y territorio), a su vez para cada dimensión se establecen componentes con sus objetivos estratégicos y particulares definiéndose líneas de acción para estos, es así como el gobierno del estado de Guanajuato en concordancia con el plan nacional de desarrollo define sus acciones para elevar la calidad de vida de la población. Con esta visión, el estado de Guanajuato asume la importancia de la divulgación del quehacer científico como una herramienta de integración de los sectores académico, productivo y social en busca del desarrollo sustentable, equilibrado y equitativo en el estado.

Fresán-Orozco (2004) describe el extensionismo universitario como una función estratégica que articula la docencia y la investigación con los sectores económicos productivo, social y el mismo académico, esto con el objetivo de la consolidación de la misma universidad y el desarrollo de las regiones.

Sifuentes et al. (2011) describen el extensionismo universitario como la proyección de la cultura universitaria hacia la sociedad con la finalidad de contribuir al desarrollo del entorno a través de varias actividades.

Los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) dentro de su marco de referencia mencionan que las Instituciones de Educación Superior (IES) deben realizar actividades de difusión que comuniquen a la sociedad los valores de la cultura tecnológica a través de artículos, reportes de investigación, publicaciones periódicas, libros de texto, conferencias, exposiciones, congresos, etcétera.

La Universidad Politécnica del Bicentenario (UPB) pretende vincular a los sectores académico, productivo y social de la región del municipio de Silao de la Victoria Guanajuato a través de la realización de un Simposio Internacional de desarrollo tecnológico para discutir las acciones de desarrollo tecnológico implementadas en la región con entes de otras regiones del país y el mundo midiendo el impacto de estas acciones en el desarrollo comunitario de su zona de influencia.

*Noviembre 2014*

*Secretaría Académica*

# Análisis de la producción hortícola en el estado de Guanajuato, México.

López-Ramírez Guadalupe<sup>1</sup>, Silva-Navarro Marco<sup>1</sup>, Mendoza-Hernández Christian<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Politécnica del Bicentenario. Carretera estatal Silao-Romita kilómetro 2 San Juan de los Duran, CP 36283, Silao Guanajuato México. Tel. (472) 723 8700. cmendozah@upbcentenario.edu.mx

## Resumen

*El intenso proceso de globalización ha configurado un nuevo entorno para el sector agropecuario, caracterizado por cambios tecnológicos, modificaciones genéticas, nuevos esquemas organizacionales agropecuarios y nuevos esquemas de desarrollo rural, que en su conjunto impactan al sector agropecuario en sus interacciones con el mercado interno y el exportador. Éste último se caracteriza por sus inversiones cuantiosas que le permiten mejorar su productividad e introducir mejoras tecnológicas. Las condiciones del mercado internacional, plantea exigencias crecientes en los aspectos relativos a normas, técnicas, medioambientales y de calidad, que han modificado de forma considerable los patrones de competitividad agrícola.*

*El exponer la situación actual del sector agropecuario Guanajuatense, en específico conociendo su situación en marco de la producción hortícola y a sus tendencias, que ponen en manifiesto su evolución y dinamismo. Pueden apoyar en la toma de decisiones a los campesinos, productores y empresarios que no cuentan con los recursos económicos suficientes para competir en un mundo cada vez más globalizado.*

**Palabras clave:** Cultivos hortícolas, Guanajuato, brócoli, lechuga, cebolla y ajo.

## 1. Introducción

Una hortaliza son aquellas partes de los vegetales en estado fresco, que bien crudas, conservadas o preparadas de diversas formas, se utilizan directamente para el consumo humano, el término incluye también a las verduras y excluye a las frutas y a los cereales. También se puede definir una hortaliza como un conjunto de plantas cultivadas generalmente en huertas o regadíos que se consumen como alimento, ya sea de forma cruda o preparada [1]

El comercio mundial de frutas y hortalizas crece a un ritmo superior al de la producción, y se centra en áreas muy concretas como son: la Unión Europea y Estados Unidos. En el año 2001, en la UE se importaron frutas y hortalizas por un valor de 15,426 millones de euros. Las hortalizas compradas en mayor cuantía fueron tomate, pimiento, patata, lechuga, pepino y col [2].

En México la agricultura es un sector relativamente pequeño, a la baja con respecto a la economía total y con cerca del 4% del PIB. Sin embargo, esta cifra minimiza la importancia económica y social del sector. La agricultura proporciona empleo a alrededor del 13% de la fuerza de trabajo, además cada vez es más moderna y está más integrada con el resto de la economía, al comprar más insumos intermedios y vender sus productos como insumos intermedios en otros sectores [3]. El subsector hortícola de México es el más dinámico en términos de crecimiento en su producción aportando 19% del valor de la producción agrícola con alrededor de 77 diferentes hortalizas [4]. Un problema que acarrea México es que, necesita más innovación y tecnología en el campo, puesto que al no contar con esto se genera como consecuencia que la agricultura crezca lentamente [2].

Las condiciones para el desarrollo agrícola del estado de Guanajuato son favorables por las características de suelo y clima con que cuenta, así como por la infraestructura y servicios para la producción y comercialización [4]. De acuerdo a los datos del VIII Censo Agropecuario 2007, poco más de 1 millón 30 mil hectáreas de la superficie total censada en el estado de Guanajuato es agrícola, equivalente al 48% de la superficie estatal. Los municipios con la mayor cantidad de superficie agrícola en el estado son: San Felipe, Pénjamo, Dolores Hidalgo e Irapuato, que junto a otros ocho municipios, concentran el 53.5 % del total de la entidad [5].



Lo que propicia que Guanajuato sea uno de los estados agrícolas más importantes de México y uno de los primeros por la variedad de sus cultivos, entre las que destacan frutas y hortalizas como son: fresa, pepino, brócoli, coliflor, lechuga, zanahoria, ajo, cebolla, chile verde, etc. Cabe resaltar que las hortalizas generan un 19% del valor de la producción total, siendo las principales hortalizas cultivadas en Guanajuato, el brócoli, la zanahoria, la lechuga y la cebolla [6].

En el estado se establecen cultivos de hortalizas en el ciclo otoño-invierno entre los meses de octubre y febrero teniendo en promedio 170 mil hectáreas [7]. La tecnificación de la agricultura es esencial para incrementar el rendimiento de los diferentes cultivos. Los terrenos agrícolas son dependientes de la aplicación de fertilizantes, herbicidas e insecticidas, además el mercado condiciona el uso de semillas mejoradas, que en su conjunto forman los sistemas de producción agrícola [5].

## 2. Metodología

La presente investigación se desarrolló en marco a un estudio de investigación observacional, longitudinal del 2003 al 2013, cuantitativa y no experimental. Se realizó una recolección de datos utilizando la base de la SIAP (SAGARPA). Posteriormente se desarrolló el análisis de los datos obtenidos con el software Tableau Desktop 8.2 y el análisis estadístico en SPSS. Se realizó la evaluación de los datos obtenidos mediante pruebas de hipótesis (TS1).

## 3. Análisis de Resultados y Discusión

Los cultivos hortícolas analizados del periodo 2003 al 2013 en el estado de Guanajuato fueron: ajo, apio, berenjena, brócoli, calabacita, calabaza, cebolla, chayote, col (repollo), col de Bruselas, coliflor, lechuga y pepino todos con un total de 11 registros durante el periodo a excepción de la berenjena, la col de Bruselas y el chayote de los cuales se obtuvieron 3, 4 y 7 registros respectivamente.

**Tabla 1. Promedio de las variables aportadas por el SIAP en los cultivos hortícolas en el estado de Guanajuato del año 2003 al 2013.**

C	PMR (\$/Ton)	P (Ton)	Sc (Ha)	V (\$ x E6)	R (Ton/ Ha)
Aj	11,65	9,648	1,102	109	97

Ap	3,416	1,908	159	7	127
Be	3,881	13	1	0	39
Br	3,419	187,032	14,95 2	651	137
Clf	2,901	10,342	850	30	133
Clz	2,215	941	43	2	262
Cb	2,376	127,959	6,104	298	234
Ch	3,191	531	20	2	160
Cl	1,998	6,529	329	13	217
CIB	2,252	1,222	57	2	72
Cl	3,107	14,835	981	45	166
Le	2,007	56,613	3,391	121	191
Pp	2,502	8,753	387	22	245

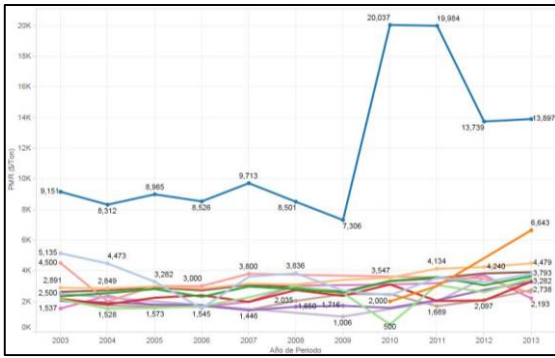
**C**-Cultivo; **PMR**- Precio Medio Rural; **P**-Producción; **Sc**-Superficie cultivada; **V**-Valor, **R**-Rendimiento

**Aj**-Ajo; **Ap**-Apio; **Be**-Berenjena; **Br**-Brócoli; **Clf**-Calabacita; **Clz**-Calabaza; **Cb**-Cebolla; **Ch**-Chayote; **Cl**-Col; **CIB**-Col de Bruselas; **Cl**-Coliflor; **Le**-Lechuga; **Pp**-Pepino.

Los cuatro cultivos mejor pagados (Precio Medio Rural; PMR/Ton) durante el periodo analizado son el ajo, el apio, la berenjena y el brócoli con un valor de \$11,650, \$3,416, \$3,881 y \$3,419 respectivamente. Los cultivos que más se han sembrado durante los últimos años son el brócoli, la cebolla, la lechuga y la coliflor con una producción de 187 032, 127 959, 56 613 y 14 835 toneladas obtenidas durante el periodo analizado. A sí mismo los cultivos con mayor valor económico durante el mismo periodo fueron el brócoli, la cebolla, la lechuga y el ajo que van de los 109 a los 651 millones de pesos, ver tabla 1.

El PMR más bajo registrado fue de \$500/ton correspondiente a la calabaza en el año 2010 y el precio más alto fue de \$20, 037/ton del ajo registrado en el mismo año ver figura 1, teniendo como promedio general de los diferentes cultivos hortícolas en Guanajuato de \$3,504/ ton.

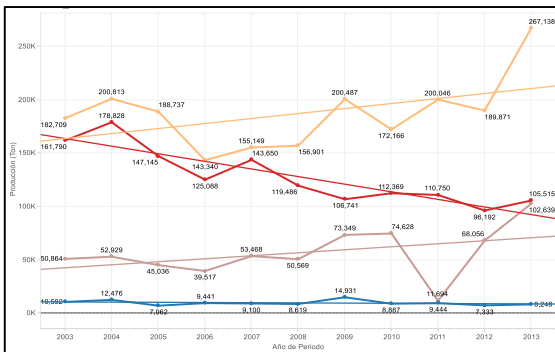
Por otra parte los cultivos que más se produjeron durante el periodo estudiado fueron el brócoli seguido de la cebolla, la lechuga y el ajo (Fig. 2 y 6), observando una tendencia a la alza en la producción de brócoli y lechuga y a la baja de la cebolla.



**Fig. 1. Precio Medio Rural (PMR) de los cultivos hortícolas en Guanajuato del 2003 al 2013.**

En cuanto a la superficie cultivada se observa una tendencia a la baja en la cebolla y ajo (Fig. 3 y 6).

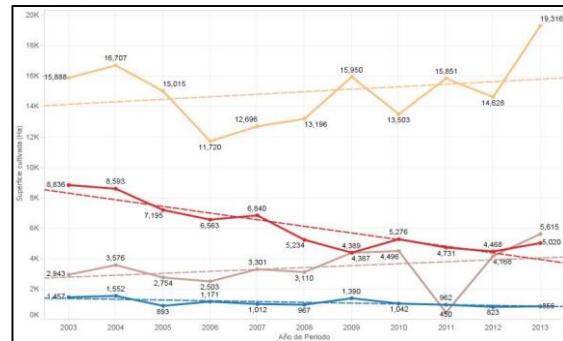
No obstante la tendencia del PMR es tentativamente a la alza en los cuatro cultivos antes mencionados siendo significativamente relevante en cuanto al ajo (Fig. 4 y 6). El cultivo con mayor valor económico y más sobresaliente es el del brócoli, mostrando además una tendencia significativa de seguir en aumento, seguido de la cebolla que muestra una tendencia a la baja, por último la lechuga y el ajo aparentemente mantendrán su valor económico total (Fig.5 y 6).



**Fig. 2. Producción y tendencia de producción de las 4 principales hortalizas en el estado de Guanajuato del 2003 al 2013**

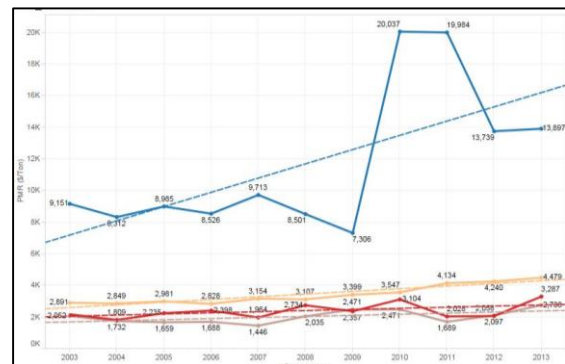
Dentro de los datos obtenidos podemos observar una correlación significativa ( $p < 0.01$ ) en torno a la producción con respecto al PMR, valor del cultivo y superficie cultivada (TS1) de - 0.519, 0.899 y 0.946 respectivamente. Enmarcando la correlación negativa existente entre la producción y el PMR, que si además tenemos en cuenta la ley de la oferta y la demanda así mismo destacando lo observado en el cultivo del ajo, podemos inferir que a bajos volúmenes de producción se cuentan con PMR más elevados en los diferentes periodos analizados, dejándonos pensar que lo anterior se debe a una oferta baja y por ende se tiene como resultado un elevado PMR del producto, lo

cual se tendrá que comprobar con futuras investigaciones donde se evalúen los costos de producción y la demanda específica de los principales cultivos hortícolas en el estado de Guanajuato.



**Fig. 3. Tendencia de la superficie cultivada (ha) de los cultivos de ajo, brócoli, cebolla y lechuga en el estado de Guanajuato**

Por otra parte se observa también las correlaciones positivas y esperadas entre la producción y el valor del cultivo así como la superficie cultivada, en donde podemos observar que a mayor cantidad de superficie cultivada se tiene una mayor producción y por ende un mayor valor en los cultivos correspondientes.



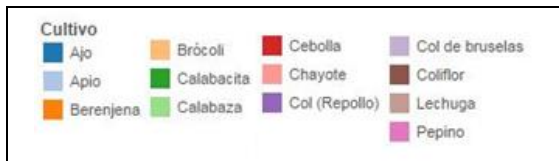
**Fig. 4. Tendencia del PMR (\$/ton) de los cultivos de ajo, brócoli, cebolla y lechuga en el estado de Guanajuato**

Es necesario poner atención a la correlación negativa existente entre el rendimiento (Ton/Ha) y el PMR (\$/Ton) (TS2), que nos da un indicativo de que a menor rendimiento mayor el PMR y viceversa, que en un sentido estricto es un factor adverso para el desarrollo de la agricultura, ya que en la actualidad es necesario el producir más y al mismo tiempo que sea rentable para el agricultor, lo cual se podrá desarrollar si se invierte en infraestructura y se dan más apoyos a la agricultura Guanajuatense.





**Fig. 5. Tendencia del valor (\$) económico de los cultivos de ajo, brócoli, cebolla y lechuga en el estado de Guanajuato.**



**Fig. 6. Código de colores de los principales cultivos hortícola en el estado de Guanajuato.**

#### 4. Conclusiones

En base a la producción del cultivo y el PMR el principal cultivo hortícola en el estado Guanajuato es el brócoli, sin embargo es necesario destacar que el mejor cultivo pagado en base al PMR es el ajo.

Para los próximos años se espera un aumento en la producción de brócoli, en contraste con la cebolla que va a la baja. Lo que pudiera abrir una ventada de oportunidad para los agricultores en ambos casos, teniendo siempre en mente la ley de la oferta y la demanda. Lo anterior está también ampliamente ligado para ambos cultivos a la tendencia de la superficie agrícola cultivada ver Fig. 3.

Se espera una tendencia positiva para el PMR del ajo y el brócoli, lo que se verá más reflejado en el aumento del valor económico del brócoli para los próximos años (Fig. 4 y 5).

#### Referencias

[1] ESCET, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología. 2007. [En línea].

Available: <http://www.escet.urjc.es>. [Último acceso: 03 09 2014].

[2] L. Cazorla, "La globalización de los mercados: nuevas oportunidades para la expansión comercial de las empresas". Informe económico de la provincia 2000. Cajamar-Cámara de Comercio de Almería. pp. 82-104, 2001.

[3] SAGARPA y IICA, "Análisis del extensionismo agrícola en México", OCDE, París, 2001.

[4] S. d. D. A. y. Rural, 2014. [En línea]. Available: [sda.guanajuato.gob.mx/pdf/la\\_agricultura.pdf](http://sda.guanajuato.gob.mx/pdf/la_agricultura.pdf). [Último acceso: 17 10 2014].

[5] INEGI, "Tecnificación de las unidades de producción agrícola en Guanajuato: Censo agropecuario 2007". 2007.

[6] El financiero, "Guanajuato, líder nacional en producción hortícola." ECONOMÍA, 04 11 2014. [En línea]. Available: [www.elfinanciero.com.mx/economia/guanajuato-lider-nacional-en-produccion-horticola.html](http://www.elfinanciero.com.mx/economia/guanajuato-lider-nacional-en-produccion-horticola.html). [Último acceso: 04 11 2014].

[7] S. d. D. A. y. Rural, "Agricultura". [En línea]. Available: [sdayr.guanajuato.gob.mx/agricultura.html](http://sdayr.guanajuato.gob.mx/agricultura.html). [Último acceso: 19 09 2014].

## ANEXO A

TS1. Resumen de pruebas de hipótesis				
No.	Hipótesis nula	Test	Sig	Decisión
1	La distribución de Periodo es la misma entre las categorías de Cultivo	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	1.000	Retener la hipótesis nula
2	La distribución de Producción (Ton) es la misma entre las categorías de Cultivo	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.000	Rechazar la hipótesis nula
3	La distribución de Rendimiento (Ton/Ha) es la misma entre las categorías de Cultivo	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.000	Rechazar la hipótesis nula
4	La distribución de PMR (\$/Ton) es la misma entre las categorías de Cultivo	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.000	Rechazar la hipótesis nula
5	La distribución de Valor (\$ x 1,000,000) es la misma entre las categorías de Cultivo	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.000	Rechazar la hipótesis nula
6	La distribución de Superficie cultivada (Ha) es la misma entre las categorías de Cultivo	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.000	Rechazar la hipótesis nula
7	La secuencia de valores definida por Producción (Ton) $\leq 99,415.86$ y $> 99,415.86$ es aleatoria	Prueba de ejecuciones de una muestra	1.000	Retener la hipótesis nula
8	La secuencia de valores definida por Rendimiento (Ton/Ha) $\leq 14.50$ y $> 14.50$ es aleatoria	Prueba de ejecuciones de una muestra	0.879	Retener la hipótesis nula
9	La secuencia de valores definida por PMR (\$/Ton) $\leq 2,869.98$ y $> 2,869.98$ es aleatoria	Prueba de ejecuciones de una muestra	0.879	Retener la hipótesis nula
10	La secuencia de valores definida por Valor (\$ x 1,000,000) $\leq 211.50$ y $> 211.50$ es aleatoria	Prueba de ejecuciones de una muestra	1.000	Retener la hipótesis nula
11	La secuencia de valores definida por Superficie cultivada (Ha) $\leq 4,481.76$ y $> 4,481.76$ es aleatoria	Prueba de ejecuciones de una muestra	1.000	Retener la hipótesis nula
<b>Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.</b>				

ANEXO B

TS2. Correlaciones de las variables aportadas por la base de datos (SIAP) en los cultivos hortícolas en el estado de Guanajuato del año 2003 al 2013.

		Periodo	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor (\$ x 1,000,000)	Superficie cultivada (Ha)
Periodo	Correlación de Pearson	1.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0
	Sig. (bilateral)		1.0	0.2	0.2	0.2	0.9
	Suma de cuadrados y productos cruzados	4.38E+17	6.63E+11	3.88E+09	4.20E+12	2.16E+11	-6.80E+11
	Covarianza	1.02E+16	1.54E+10	9.03E+07	9.76E+10	5.02E+09	-1.58E+10
Producción	Correlación de Pearson	0.0	1.0	0.3	<b>-.519**</b>	<b>.899**</b>	<b>.946**</b>
	Sig. (bilateral)	1.0		0.1	0.0	0.0	0.0
	Suma de cuadrados y productos cruzados	6.63E+11	2.25E+11	4.20E+06	-7.42E+09	7.01E+08	1.62E+10
	Covarianza	1.54E+10	5.23E+09	9.78E+04	-1.73E+08	1.63E+07	3.77E+08
Rendimiento	Correlación de Pearson	0.2	0.3	1.0	<b>-.642**</b>	0.0	0.0
	Sig. (bilateral)	0.2	0.1		0.0	1.0	1.0
	Suma de cuadrados y productos cruzados	3.88E+09	4.20E+06	1.09E+03	-6.38E+05	-4.74E+02	3.79E+02
	Covarianza	9.03E+07	9.78E+04	2.53E+01	-1.48E+04	-1.10E+01	8.82E+00
PMR (\$/Ton)	Correlación de Pearson	0.2	<b>-.519**</b>	<b>-.642**</b>	1.0	-0.2	<b>-.392**</b>
	Sig. (bilateral)	0.2	0.0	0.0		0.2	0.0
	Suma de cuadrados y productos cruzados	4.20E+12	-7.42E+09	-6.38E+05	9.11E+08	-1.09E+07	-4.27E+08
	Covarianza	9.76E+10	-1.73E+08	-1.48E+04	2.12E+07	-2.54E+05	-9.93E+06
Valor (\$ x 1,000,000)	Correlación de Pearson	0.2	<b>.899**</b>	0.0	-0.2	1.0	<b>.930**</b>
	Sig. (bilateral)	0.2	0.0	1.0	0.2		0.0
	Suma de cuadrados y productos cruzados	2.16E+11	7.01E+08	-4.74E+02	-1.09E+07	2.71E+06	5.52E+07
	Covarianza	5.02E+09	1.63E+07	-1.10E+01	-2.54E+05	6.29E+04	1.28E+06
Superficie	Correlación de Pearson	0.0	<b>.946**</b>	0.0	<b>-.392**</b>	<b>.930**</b>	1.0
	Sig. (bilateral)	0.9	0.0	1.0	0.0	0.0	
	Suma de cuadrados y productos cruzados	-6.80E+11	1.62E+10	3.79E+02	-4.27E+08	5.52E+07	1.30E+09
	Covarianza	-1.58E+10	3.77E+08	8.82E+00	-9.93E+06	1.28E+06	3.03E+07

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

# Identificación y colecta de especies de Higuierilla (*Ricinus communis* L.) en los municipios de Silao de la Victoria y Romita de Liceaga, Gto., México, para su potencial uso comercial.

Rostro Rojas Jesús Guadalupe<sup>1</sup>, Maldonado Santoyo María<sup>2</sup>, Morales López Gladys<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Universidad Politécnica del Bicentenario, Carretera Estatal Silao-Romita Km. 2, San Juan de los Durán, Silao, Guanajuato, México.

<sup>2</sup> Centro de Investigación Aplicada en Tecnologías Competitivas A.C. (CIATEC). León de los Aldama, 37545, Guanajuato, México.

## Resumen

La higuierilla (*Ricinus communis* L.) es una especie exótica en México que crece en varios estados del país de manera silvestre. En el estado de Guanajuato se puede encontrar en la zona del Bajío. La higuierilla (*Ricinus communis* L.) es una planta con diversos usos, los tallos pueden ser utilizados para la fabricación de papel, las hojas y raíces contienen antioxidantes y de las semillas se puede extraer el aceite de ricino para producir biodiesel.

En el presente trabajo se muestran los resultados de la identificación de ocho ecotipos encontrados durante el ciclo VO 2014 de higuierilla (*Ricinus communis* L.) en los municipios de Silao de la Victoria y Romita de Liceaga, Gto., México. Para la identificación se establecieron características físicas como color del tallo, color y tamaño de hojas, color, tamaño, peso y % de humedad de las semillas.

Estos resultados servirán para obtener información para evaluar los ecotipos encontrados para su posible uso comercial en la zona.

**Palabras clave:** Higuierilla, ecotipos, aceite de ricino, biodiesel, uso comercial.

## 1. Introducción

La higuierilla (*Ricinus communis* L.) es una planta común que crece en condiciones silvestres y con un alto grado de rusticidad. Los datos recientes indican el origen de la higuierilla en el continente africano, posee gran capacidad de adaptación por lo que se encuentra prácticamente en todas las regiones tropicales y

subtropicales del mundo, aunque es típica de regiones semiáridas [1].

En México a esta especie se le localiza desde zonas costeras hasta tierra adentro de Veracruz, Colima, Michoacán, en estados del centro del país y otras regiones como Chiapas, Tabasco y Campeche. En Guanajuato se le localiza en todo el Bajío hasta los 2 300 msnm ya que, por ser susceptible a bajas temperaturas, a más altura no se desarrollan [2].

La higuierilla (*Ricinus communis*) es una especie con varios usos; por ejemplo, los tallos pueden ser utilizados para la fabricación de papel, pero las semillas son lo más importante económicamente [3]. Las hojas poseen diversas actividades biológicas, como hepatoprotector [4], insecticida [5], propiedades anticonceptivas [6]; y recientemente se han reportado actividades antioxidantes de los extractos de hojas y raíces [7].

La higuierilla (*Ricinus communis* L.), es pues, una especie promisoría por su alta diversidad genética y capacidad de producción de aceite de excelente calidad como insumo para biodiesel, es una planta herbácea de porte arbustivo, ligeramente leñosa, con tallos y ramas huecas por dentro, de color verde claro a azul grisáceo, en ocasiones rojiza. El fruto de la planta de higuierilla es una cápsula trilobular que contiene una semilla por lóbulo (tricoco), de 1.5 a 2.5 cm de largo, exteriormente está recubierto por espinas o púas no punzantes, cortas y gruesas (equinado); tiene tendencia a la dehiscencia. La semilla es oval, de tamaño variable entre 5 y 20 mm según la variedad. El tegumento es coriáceo, liso, lustroso, marmoleado rematada por una excrecencia, tóxico por la presencia

de ricina y ricinina. El porcentaje de aceite es alrededor de 46% [8].

El objetivo de este trabajo es la identificación de ecotipos de higuierilla (*Ricinus communis* L.) en los municipios de Silao de la Victoria y Romita de Liceaga, Gto., México para su caracterización física a fin de generar información que pueda servir de base para el uso comercial de esta especie en la región.

## 2. Metodología

Los muestreos se llevaron a cabo en los municipios de Silao de la Victoria y Romita de Liceaga, Gto., México, zona catalogada con buen potencial para el desarrollo de la higuierilla (*Ricinus communis* L.) [2]. Las colectas se realizaron en áreas donde se encontró mayor población de higuierillas. En campo se midió tamaño de hoja. El secado de las semillas se realizó en un horno FEIISA modelo 293A a 60°C durante 12 h para determinar el porcentaje de humedad [9], el pesado de las semillas se hizo en una balanza analítica marca RADWAG, modelo WTB 2000. El tamaño de las semillas se realizó con vernier.

## 3. Análisis de resultados

Se identificaron y caracterizaron ocho ecotipos considerando las propiedades físicas de cada especie, encontrándose marcados contrastes en tamaño y color de las hojas, los cual se muestra en la Tabla 1. En la Tabla 2 se muestran los resultados del color de tallo y tamaño de semilla.

**Tabla 1. Características físicas de los ecotipos encontrados: color y tamaño de hoja.**

Ecotipo	Color Hoja	Tamaño de hoja, cm
1	Verde con nervadura roja.	64.0
2	Verde con nervadura blanca.	72.5
3	Verde con nervadura blanca	40.0
4	Rojiza con nervaduras rosas.	37.7

Ecotipo	Color Hoja	Tamaño de hoja, cm
5	Verde con nervadura roja.	30.5
6	Rojiza con nervadura roja.	34.0
7	Verde con nervadura roja	31.0
8	Morada con nervadura morada.	39.5

**Tabla 2. Características físicas de los ecotipos encontrados: color de tallo y tamaño de semilla**

Ecotipo.	Color de tallo.	Tamaño de semilla, mm.
1	Rojo sin cera.	12.11
2	Verde tallo ceroso.	11.15
3	Verde sin cera.	10.03
4	Café ceroso.	11.08
5	Rojo ceroso.	10.46
6	Rojo ceroso.	10.55
7	Café-rojizo ceroso.	10.92
8	Morado ceroso.	11.89

En la Tabla 3, se muestran los resultados de peso seco de 100 semillas y % de humedad.

**Tabla 3. Peso y humedad de semillas.**

Ecotipo.	Peso 100 semillas, g.	% Humedad
1	18.91	3.22
2	18.73	3.15
3	15.35	3.28
4	16.96	2.75
5	15.06	3.34
6	14.84	3.45
7	15.28	2.86
8	21.00	2.78

El color de las semillas se determinó de manera cualitativa [9]. Todas las semillas tienen forma oval de color marmoleado con tonos de café claro a café oscuro, cuentan con una protuberancia en la punta llamada carúncula, y como se observa en la Tabla 2 varían en tamaño de 10.03 mm a 12.11 mm.

En la Figura 1 se puede observar la variabilidad encontrada en los ocho ecotipos.



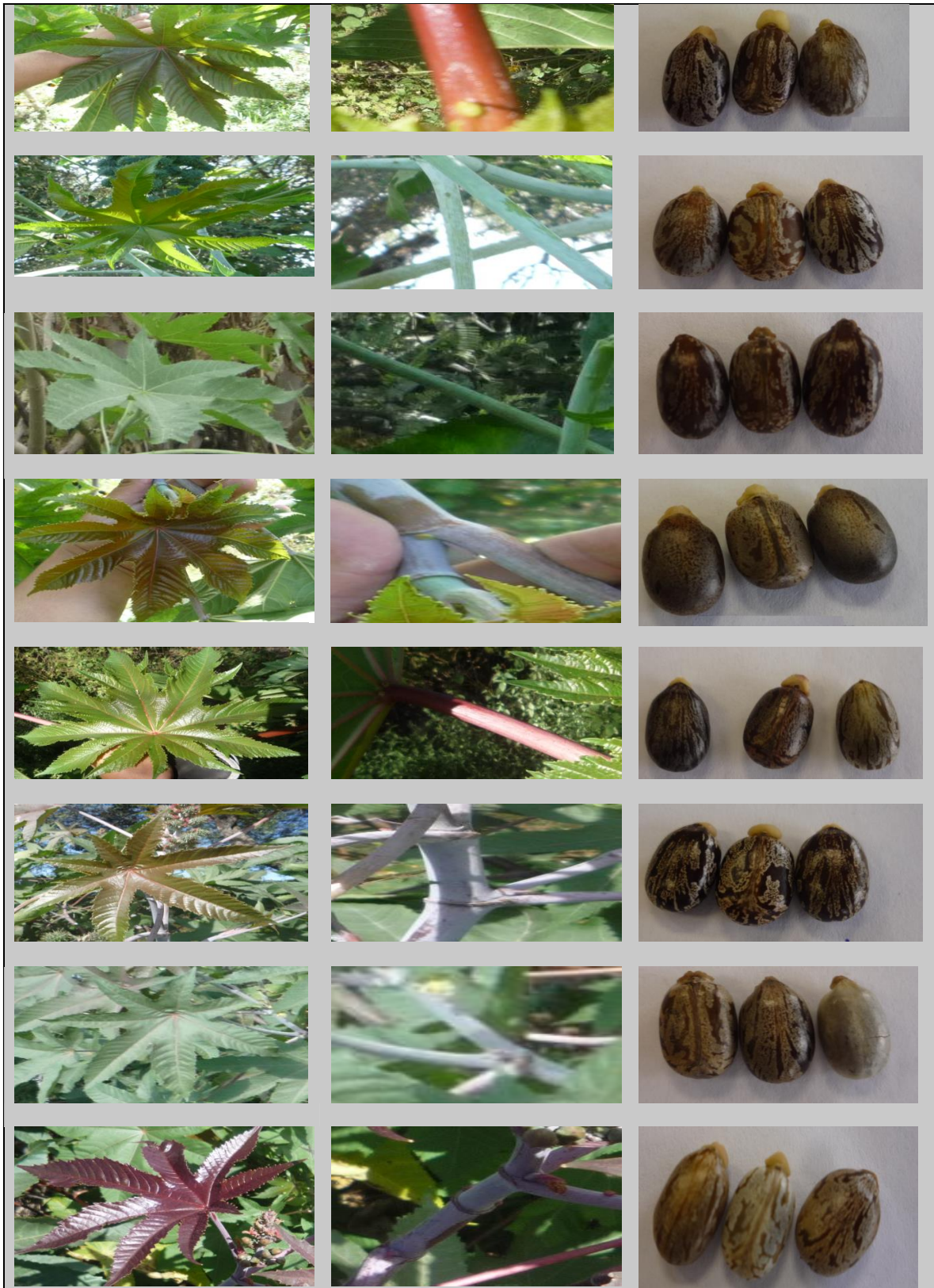


Fig. 1. Variabilidad de hojas, tallos y semillas de ecotipos de higuerrillas (*Ricinus communis* L.) silvestres.



#### 4. Conclusiones

Se identificaron ocho ecotipos de higuera, de acuerdo a los resultados de este estudio se pudo establecer una variabilidad en tamaño y color de hojas, en el color de los tallos y color, tamaño, peso y % de humedad de semillas. Cabe señalar que en nuestro estado es posible la explotación de esta especie para su uso comercial, y la importancia de este estudio radica en que es recomendado usar variedades o ecotipos locales, debido a que la experiencia en el estado de Michoacán en 2005 mostró que variedades mejoradas de otro país (Brasil) difícilmente se adaptan a nuestras condiciones por presentar susceptibilidad a plagas y enfermedades, así como la reducción en su rendimiento [2]. La perspectiva de este trabajo es la obtención de aceite de ricino por ecotipo encontrado para poder sugerir acerca de cuál especie es mejor para la explotación de la higuera en la zona.

#### Referencias

- [1] Robles, S.R. “*Producción de oleaginosas y textiles*”, Limusa, México, 1982.
- [2] “*La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado*”, Volumen 1, Primera Edición, México, 2012.
- [3] Niembro R. A. “*Árboles y Arbustos de México*”. Editorial Herrero S.A. 1990.
- [4] Visen, P. K. S., Shukla, B., Patnaik, G. K., Tripathi, S. C., Kulshreshtha, D. K., Simal, R.C., et al. “*Hepatoprotective activity of Ricinus communis leaves*. *International Journal of Pharmacognosy.*, 30, 241–250, 1992.
- [5] Upasani, S. M., Kotkar, H. M., Mendki, P. S., & Maheshwari, V. L. “*Partial characterization and insecticidal properties of Ricinus communis L. foliage flavonoids*”. *Pest Management Science*, 59, 1349–1354, 2003.
- [6] Okwuasaba, F. K., Das, S. C., Isichei, C. O., Ekwenchi, M. M., Onoruvwe, O., Olayinka, A. O. “*The anticonceptive and the effect on uterus of ether extract, 18312-J of Ricinus communis*”. *Phytotherapy Research*, 10, 97–100, 1997.
- [7] Ghnimi W, Dicko A, Khouja M. L, El Ferchichi O. H, “*Larvicidal activity, phytochemical composition, and antioxidant properties of different parts of five populations of Ricinus communis L., Industrial Crops and Products*”, Volume 56, May 2014, Pages 43-51
- [8] Pabón G.G. 2010. “*Estudio de las características botánicas y etnobotánicas de higuera (Ricinus communis L.)*”. Cultivos energéticos alternativos. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Pp. 9-23.
- [9] Goytia-Jiménez M.A., Horacio Gallegos-Goytia C, Núñez-Colín C.A. “*Relación entre variables climáticas con la morfología y contenido de aceite de semillas de higuera (Ricinus communis L.) de Chiapas*”. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 2011, 17(1): 41-48.

# Degradación del colorante textil azul disperso 3 por el método fotocatalítico.

Baltazar Vera Juan Carlos <sup>(1,3)</sup>, Ortega Murrieta Ricardo <sup>(1)</sup>, Fuentes Ramírez Rosalba <sup>(1)</sup>, Carreño Aguilera Gilberto <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Departamento de Ingeniería Química de la División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Noria Alta s/n, Guanajuato, Gto, 36050, México.

<sup>(2)</sup> Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica de la División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato, Noria Alta s/n, Guanajuato, Gto, 36050, México.

<sup>(3)</sup> Universidad Politécnica del Bicentenario, Carretera Estatal Silao-Romita Km. 2 Silao Gto.

## Resumen

*En diversos casos la contaminación del agua es ocasionada por la presencia de colorantes lo que tienen graves consecuencias ambientales por la dificultad de la difusión del oxígeno y la luz. Además, debe considerarse que algunos de estos compuestos, debido a su naturaleza química, son considerados como persistentes en el ambiente y algunos de sus precursores o subproductos son cancerígenos.*

*Es por esto que el desarrollar técnicas que permitan la degradación de dichos colorantes es atractivo para la sociedad. En este trabajo se propuso un sistema fotocatalítico con el fin de degradar el colorante azoico azul disperso 3 utilizando como catalizador dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) dopado con diferentes cantidades de grafito y óxido de grafito para aumentar la eficiencia del catalizador.*

*En la degradación del colorante azul disperso 3 se observó que al dopar el TiO<sub>2</sub> con grafito se tiene un aumento en la degradación de un 7% con respecto al máximo alcanzado con el TiO<sub>2</sub> sin dopar, teniendo como mejor relación 0.4:1 grafito-TiO<sub>2</sub>. Para el caso en el que se dopó el TiO<sub>2</sub> con óxido de grafito, se observó un incremento en la degradación muy significativa, teniendo que para una relación 0.8:1 óxido de grafito-TiO<sub>2</sub> se obtiene un 97% en la descomposición del colorante.*

**Palabras clave:** Degradación, fotocatalisis, colorante, TiO<sub>2</sub>, grafito, azoico.

## 1. Introducción

Los colorantes azoicos constituyen una serie de colorantes que no existen en la naturaleza, contienen un grupo azo (-N=N-) enlazado aromáticamente por ambos lados como característica común y que por ser fáciles de preparar a partir de los más variados componentes superan en número a todas las demás clases de colorantes sintéticos en conjunto. Por ello son de gran importancia técnica como colorantes textiles. [1,2] El enlace azo se puede romper por acción enzimática, térmica o fotocatalítica, dando lugar a las aminas correspondientes, que frecuentemente son cancerígenas. La fotocatalisis ha sido uno de los procesos de oxidación más estudiado debido a su eficacia en descomposición de residuos y contaminantes, a diferencia de la mayoría de los procesos fotoquímicos, no es selectivo y puede emplearse para tratar mezclas complejas de contaminantes [3,5].

## 2. Metodología

Inicialmente se elabora la curva de calibración a diferentes concentraciones de colorante en agua destilada, con el fin de tener una correlación absorbancia-concentración.

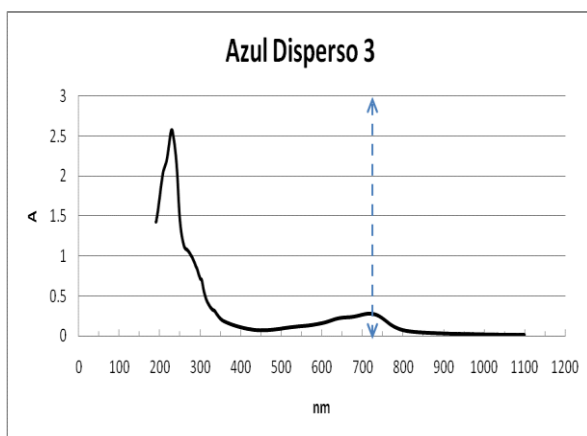
Se prepara la solución de colorante con una concentración de 0.05 mg/ml (dicha concentración entra en el rango de viabilidad del espectrofotómetro UV-Vis empleado la cual es entre 0 y 1 U.A). La solución con colorante se agrega a un recipiente de vidrio, el cual contiene 2 mg del material fotocatalítico (TiO<sub>2</sub>). La solución antes mencionada se mantiene en agitación constante a 100 rpm y se somete iluminación poli cromática mediante una fuente artificial modelo GU10-50/C, marca Tecno Lite (Dimensiones: 51

mm x 54 mm, Watts (W): 50, Volts (V): 130, Ángulo: 38°, Base: GU10, Intensidad (cd): 1000, Vida (hrs): 2000, Empaque: 200/100). Se varió el tiempo de exposición a radiación luminosa en 1, 2, 3, 4 y 5 hr. Se dopó el material fotocatalítico con grafito en relaciones 1:0, 1:0.2, 1:0.4, 1:0.6 TiO<sub>2</sub>/grafito. Finalmente se dopo el fotocatalizador con óxido de grafito en relaciones 1:0, 1:0.2, 1:0.4, 1:0.6, 1:0.8 TiO<sub>2</sub>/óxido de grafito.

Tanto la curva de calibración como el seguimiento del grado de degradación del colorante fueron realizados mediante un equipo espectrofotómetro U.V-Vis Perkin Elmer Lambda 35.

### 3. Análisis de resultados

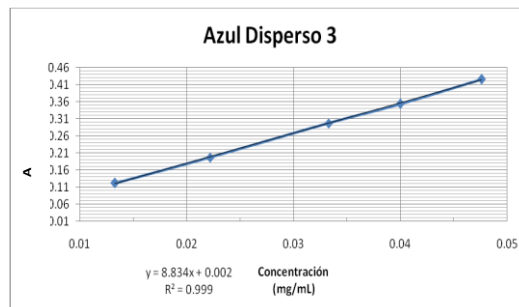
A continuación se muestra el espectro UV-Vis completo para la solución patrón de azul disperso 3.



**Fig. 1. Espectros UV-Vis correspondiente a la solución patrón de azul disperso 3.**

En dicho espectro se observa que la longitud de onda característica de los compuestos cromóforos correspondientes al azul disperso 3 se encuentra a 719 nm la cual es coincide con el dato reportado en la bibliografía [6].

En la figura 2 se muestra la curva de calibración para la solución patrón de azul disperso 3, la cual muestra la relación concentración-absorbancia, en la cual se puede observar que la correlación de confianza es aceptable.



**Fig. 2. Curva de calibración Azul Disperso 3**

La tabla 1 muestra el porcentaje de degradación del azul disperso 3 variando el tiempo de exposición a la fuente policromática.

Tiempo	Absorbancia inicial	Absorbancia final	% Degradación
60	0.322	0.243	24.54
120	0.322	0.228	29.19
180	0.322	0.224	30.43
240	0.322	0.224	30.46
300	0.322	0.245	23.91

**Tabla 1 Datos de degradación Azul Disperso 3 variando el tiempo**

Los resultados de esta sección muestran que la mayor degradación se obtiene a los 240 min correspondiendo a un 30.46 % de degradación.

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos al dopar la fase fotocatalítica con grafito.

Proporción TiO <sub>2</sub> :Grafito	Absorbancia inicial	Absorbancia final	% Degradación
1:0	0.33	0.252	30.46
1:0.2	0.335	0.229	31.64
1:0.4	0.3	0.186	38.25
1:0.6	0.305	0.215	29.50

**Tabla 2 de degradación Azul Disperso 3 dopando con grafito el fotocatalizador.**

En esta sección se puede observar que cuando se tiene una relación 1:0.4 de TiO<sub>2</sub>/grafito la degradación aumenta hasta alcanzar un 38.25 %, lo cual es indicativo de que los materiales grafiticos mejoran la transferencia de carga en el material fotocatalítico

La tabla 3 muestra los datos correspondientes a la degradación del colorante para el caso cuando se dopa la fase fotocatalítica con óxido de grafito.

Proporción de TiO <sub>2</sub> :Óxido de Grafito	Absorbancia inicial	Absorbancia final	% Degradación
1:0	0.322	0.243	24.53
1:0.2	0.33	0.252	23.63
1:0.4	0.335	0.104	68.95
1:0.6	0.33	0.041	87.57
1:0.8	0.305	0.01	96.72
1:1	0.308	0.0105	96.74

Los resultados arrojados al dopar la fase fotocatalítica con óxido de grafito muestran que conforme se aumenta el dopaje la degradación aumenta drásticamente, teniendo que la mejor condición es cuando se tiene una relación 1:0.8 TiO<sub>2</sub>/óxido de grafito alcanzando un 96.72 % de degradación. Dicho aumento se atribuye a que los grupos oxidados aumentan la foto-excitación del material semiconductor.

#### 4. Conclusiones

El uso de materiales fotocatalíticos son una buena alternativa en la implementación de métodos útiles para la degradación de colorantes artificiales del tipo azoico. Buenos resultados se obtuvieron al dopar dichos fotocatalizadores con materiales derivados del carbono.

El espectro completo UV-Vis mostró la longitud de onda correspondiente a los grupos cromóforos presentes en la molécula, mediante la cual se dio seguimiento a la degradación del compuesto azoico.

De los diferentes tiempos de exposición a radiación luminosa policromática el mayor porcentaje de degradación fue para un tiempo de 240 min llegando a un valor de 30.46%. Al dopar la fase fotocatalítica con grafito se alcanzó un porcentaje de remoción del 38.25 con una relación 1:0.6 TiO<sub>2</sub>/grafito aportando un aumento del 7 % en la degradación con respecto al sistema que solo emplea TiO<sub>2</sub>. La degradación aumento en forma drástica al dopar la fase fotocatalítica con óxido de

grafito en relación 1:0.8 TiO<sub>2</sub>/óxido de grafito, llegando hasta un valor muy cercano al 100

#### Referencias

1. Lee J., Bibi, R., M. Arshad and H.N. Asghar, "Optimization of factors for accelerated biodegradation of reactive black-5 azo dye". Int. J. Agric. Biol. 2012. 14: 353–359.
2. M. D. Teli, Javed Sheikh, and PragatiShastrakar. "Exploratory Investigation of Chitosan as Mordant for Eco-Friendly Antibacterial Printing of Cotton with Natural Dyes," Journal of Textiles, vol. 2013, Article ID 320510, 6 pages, 2013, doi:10.1155/2013/320510.
3. Ahmed A. Fadda and Khaled M. Elattar. "Efficient and Convenient Route for the Synthesis of Some New AntipyrynylMonoazo Dyes: Application to Polyester Fibers and Biological Evaluation". Journal of Chemistry, vol. 2013, Article ID 928106, 10 pages, 2013. doi:10.1155/2013/928106.
4. J. RaffieaBaseri, P. N. Palanisamy, and P. Sivakumar. "Comparative Studies of the Adsorption of Direct Dye on Activated Carbon and Conducting Polymer Composite". E-Journal of Chemistry, vol. 9, no. 3, pp. 1122-1134, 2012. doi:10.1155/2012/603196.
5. Mohamed F. Abdel-Megeed, Mohamed M. Azaam, and Gamal A. El-Hiti. "Diphenyl (4'-(Aryldiazanyl)biphenyl-4-ylamino)(pyridin-3-yl)methylphosphonates as Azo Disperse Dyes for Dyeing Polyester Fabrics". Journal of Chemistry, vol. 2013, Article ID 308419, 5 pages, 2013. doi:10.1155/2013/308419.
6. Cecil Clifford ZvandadaMutambanengwe, "Hydrogenases from sulphate reducing bacteria and their role in the bioremediation of textile effluent". Department of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology Faculty of Science Rhodes University, 2006.

# Parámetros agronómicos en híbridos precomerciales de maíz para el bajío de México

Hugo Daniel Cabrera<sup>1§</sup>; Fernando Alcalá<sup>2</sup>; Enrique Andrio Enríquez<sup>3</sup>; J. Guadalupe Rivera Reyes<sup>3</sup>; Francisco Cervantes Ortiz<sup>3</sup>

<sup>1y2</sup> Estudiantes del Instituto Tecnológico de Roque y <sup>3</sup> Profesor-Investigador del Instituto Tecnológico de Roque. §autor responsable: [hugo\\_25real@hotmail.com](mailto:hugo_25real@hotmail.com)

## Resumen

*La presente investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar híbridos precomerciales de maíz desarrollados para el Bajío de México en base a parámetros agronómicos y de rendimiento de campo con la finalidad de liberarlos al mercado de semillas. El experimento se estableció en el campo experimental del Instituto Tecnológico de Roque, durante el ciclo agrícola verano-otoño 2013. Se utilizaron 20 genotipos de maíz de la empresa Pioneer establecidos bajo un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones; donde cada unidad experimental estuvo constituida por 2 surcos de 4 metros de longitud y separados a 0.80 metros bajo una densidad de población de 80 mil pts ha<sup>-1</sup>. Se registraron las siguientes características agronómicas: altura de planta y mazorca, días a floración femenina y masculina, días a madurez fisiológica, índice de prolificidad, rendimiento de campo y sus componentes (longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, número hileras por mazorca y número de granos por hilera). Los resultados del análisis de varianza mostraron una fuerte variación genética expresada a través del fenotipo, debido a su origen o procedencia. En este sentido los híbridos 16, 17, 18 y 20 fueron los más precoces alcanzando la floración masculina y femenina en 64 días y la madurez fisiológica a los 131-138 días. Mientras que, los genotipos sobresalientes por su rendimiento fueron el 14, 10, 3, 11, y 13 con valores de 13 a 14.3 ton ha<sup>-1</sup>. Del mismo modo, la mayoría de estos genotipos fue consistente con el mejor comportamiento para los componentes de rendimiento. Finalmente, se puede concluir que existe una fuerte variación fenotípica para caracteres agronómicos entre los genotipos*

*evaluados debidos probablemente a la constitución genética de los materiales.*

**Palabras Clave:** caracteres agronómicos, madurez fisiológica, índices de clorofila e híbridos precomerciales.

## 1. Introducción

El maíz (*Zea mays*L.) es el cultivo más importante de México, desde el punto de vista alimentario, económico, político y social. Este grano se produce en dos ciclos agrícolas: primavera-verano y otoño-invierno, bajo diversas condiciones agroclimáticas de humedad: seco (temporal), punta de riego y riego [1].

Desde el punto de vista económico, el maíz se siembra en más de ocho millones de hectáreas, que representa 39% de la superficie agrícola nacional y 63% de la superficie sembrada con granos y oleaginosas; contribuye con 8% del producto interno de la agricultura y es el cultivo que más fuerza de trabajo ocupa. No obstante, se importaron ocho millones de toneladas de grano de maíz en 2006 y diez millones en 2010, lo que pone a este alimento a la cabeza de las importaciones de productos agrícolas de México.

En el año 2009 en México se sembraron aproximadamente ocho millones de hectáreas de maíz de las cuales se estima que 6,5 millones se sembraron con semilla nativa de polinización libre y 1,5 millones con semilla mejorada de calidad [2]. Esta condición representa un bajo uso de semilla certificada (20%) y bajo esta situación no se podrá lograr incrementar los rendimientos de este cultivo para llegar a ser autosuficientes.

El desarrollo del maíz híbrido es indudablemente una de las más refinadas y productivas innovaciones en el ámbito del Fitomejoramiento. Esto ha dado lugar a que el maíz

haya sido el principal cultivo alimenticio a ser sometido a transformaciones tecnológicas en su cultivo y en su productividad, rápida y ampliamente difundidas; ha sido también un catalizador para la revolución agrícola en otros cultivos. Actualmente la revolución híbrida no está limitada a los cultivos de fecundación cruzada, donde se originó exitosamente, y el desarrollo de los híbridos se está difundiendo rápidamente a las especies autógamas: el algodón y el arroz híbridos son casos exitosos y conocidos y el trigo híbrido puede ser una realidad en un futuro cercano [3].

## 2. Materiales y métodos

El presente proyecto de investigación se realizó en el campo experimental del Instituto Tecnológico de Roque, ubicado en el Municipio de Celaya, Gto., en el km. 8 de la carretera Celaya - J. Rosas, cuyas coordenadas están, entre los paralelos 20°58' de latitud norte; los meridianos 100°82' de longitud oeste; y a una altura de 1722msnm.

El experimento se llevó a cabo en el ciclo agrícola verano-otoño, 2013. Donde la siembra se realizó el 1 de julio del 2013, utilizando una sembradora de semiprecisión.

El material genético utilizado fueron 20 genotipos pre-comerciales de la empresa Pioneer listos para ser liberados al mercado comercial de semillas para las zonas de temporal de El Bajío de México. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al azar con 20 genotipos y 3 repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por 2 surcos de 4 metros de longitud y separados a 0.80 metros, se depositó una semilla por golpe a una distancia de 17 cm para tener una densidad de población de 80 mil plantas por hectárea.

Se realizó un barbecho y un paso de rastra. El surcado fue a 80 cm de separación entre surcos y con una profundidad de 15 cm. Las siembras se hicieron con una sembradora mecánica de semiprecisión (conos) de cuatro surcos marca John Deree de la empresa Pioneer diseñada para este tipo de siembras. Se realizaron tres riegos de auxilio utilizando tubos de compuertas debido a las condiciones del temporal tan raquíticas. El primer riego se realizó al momento de la siembra, el segundo en estado V6 y el tercero y último en estado R2 (Grano lechoso). Para la fertilización la fórmula empleada fue 220-60-60 aplicada en dos etapas. La primera al momento de la siembra,

suministrando 120 unidades de nitrógeno con sulfato de amonio como fuente, todo el P (Triple 17) y K (Triple 17), la segunda aplicación de N fue con urea y se realizó en la etapa de V6 a V8. Después de haber realizado la siembra se procedió a la aplicación de un herbicida pre emergente compuesto de Primagram (S-Metalaclor) a una dosis de 4 litros por hectárea y un kilo de calibre 90 (Atrazina) para evitar la emergencia de malezas. Por otro lado, al momento de la siembra se aplicó Regent (*fipronil*) a una dosis de 0.5 lt ha<sup>-1</sup> para el control de plagas del suelo, a los 12 días de emergido el cultivo se aplicó Arrivo plus (ceta-cipermetrina) para el control de gusanos del follaje a una dosis de 250 ml ha<sup>-1</sup>, también se aplicó Pouce 0.4 G (*permetrina*) a una dosis 12 kg ha<sup>-1</sup> para el control de gusano cogollero (*Spodoptera fugiperda*).

Se registraron los siguientes caracteres agronómicos: días a floración femenina y masculina, días a madurez fisiológica, altura de planta y de mazorca, índice de prolificidad y el rendimiento de campo con sus componentes (longitud y diámetro de mazorca, Número de hileras por mazorca y Número de granos por hilera).

La floración femenina se registró cuando el 50 + 1% de las plantas en la parcela útil presentaba en los jilotes estigmas receptivos de 2-3 cm de largo, para la floración masculina se contabilizó el número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50 + 1% de las plantas en la parcela útil presentaba anteras maduras y liberando polen. El registro de altura de planta se tomó con un estadal de madera con una longitud de 4.50 metros, colocando el estadal desde la base de la planta en el suelo hasta la punta de la espiga. En la altura de mazorca se colocó el estadal en la base de la planta en el suelo hasta el punto inicial de la mazorca principal de la planta. Por otro lado, el índice de prolificidad se obtuvo dividiendo el total de las mazorcas cosechadas con el número total de plantas de la parcela útil y para el rendimiento de campo, se pesaron las mazorcas de cada parcela útil (2 surcos de 4 m de longitud) y se estimó el rendimiento en kg ha<sup>-1</sup> ajustado a un 14 % de humedad. Por otra parte, en una muestra de tres mazorcas tomadas al azar de cada unidad experimental se registraron los componentes de rendimiento; se midió la longitud con una regla de 30 cm, considerando desde la base de la mazorca hasta la punta. El diámetro de mazorca, con un vernier digital considerando la parte media de la mazorca y se calculó la media. Se contabilizó el



número de hileras por cada mazorca y posteriormente se calculó la media. Para el número de granos por hilera se realizó un conteo, considerando dos hileras por mazorca y el resultado se dividió entre dos.

Para todos los caracteres evaluados se realizó un análisis de varianza usando el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS [4] ver 8.1. La comparación múltiple de medias se realizó de acuerdo a la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

### 3. Análisis de resultados

En el cuadro 1, se presentan los resultados del análisis de varianza para caracteres agronómicos; como la altura de planta (AP) y altura de mazorca (AMZ). Donde se puede apreciar que existen diferencias significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre genotipos.

Por otro lado el C.V. presento un rango de 3.06 a 7.33%; lo anterior indica, que la investigación de campo fue conducida de forma adecuada ya que el error experimental fue bajo, esto debido a la uniformidad en el registro de caracteres y bajo los mismos criterios de evaluación.

**Cuadro 1.** Cuadrados medios para caracteres agronómicos en híbridos pre-comerciales de maíz para el Bajío de México. Roque, Celaya, Guanajuato, 2013.

F.V	G.L	AP (m)	AMZ (m)
<b>Genotipo</b>	19	0.120**	0.068**
<b>Bloque</b>	2	0.020	0.005
<b>Error</b>	38	0.009	0.009
<b>C.V (%)</b>	---	3.066	7.339

\*\* , = significativo 0.01. AP, AMZ, corresponden a altura de planta y mazorca, respectivamente.

La prueba de medias de acuerdo con tukey ( $p \leq 0.05$ ); se presenta en la Figura N° 1. Donde para la altura de planta (AP), se aprecia que los Híbridos 1, 6, 11, 8 y 9, fueron consistentes con la mayor altura de planta con valores superiores a los 3.30 metros. Por otro lado, los genotipos 19, 20, 16, 18 y 17, presentaron la menor altura de planta con valores promedio de 2.70 metros. De tal modo, que se puede apreciar que no existe una variabilidad genética amplia entre los materiales para esta carácter evaluado, aunque los materiales

son de diferente origen. La caracterización de estos genotipos es importante porque de acuerdo a esta característica los maíces con mayor altura pueden formar parte de un programa para producción de biomasa fresca para forraje, sobre todo aquellos materiales que rebasan la media general de altura que fue de 3.15m, por el contrario, los de porte bajo nos ayudarían a resolver problemas relacionados con el acame de planta en algunas zonas del Centro de México.

Una respuesta muy similar se presentó para altura de mazorca (AMZ); pues el genotipo de mayor altura correspondió al híbrido 3 con un valor de 1.55 m, que comparado con el valor obtenido por los híbridos 17 y 18 que fueron de 1.01 m, hubo una variación por arriba de 50 cm. Esta característica tiene gran importancia en la cosecha manual de la mazorca o en los diseños de las maquinas utilizadas para tal fin.

La altura de planta y de mazorca de los materiales de maíz evaluados, indican el grado de variación genética que existe en el germoplasma de maíces de México, atribuible a que nuestro país es considerado centro de origen por la gran diversidad de maíz [5]. Además, en un estudio hecho en el Bajío de Guanajuato para maíces nativos, la altura de planta osciló entre 126 y 290 cm, mientras que la altura de mazorca estuvo entre 60 y 140 cm.

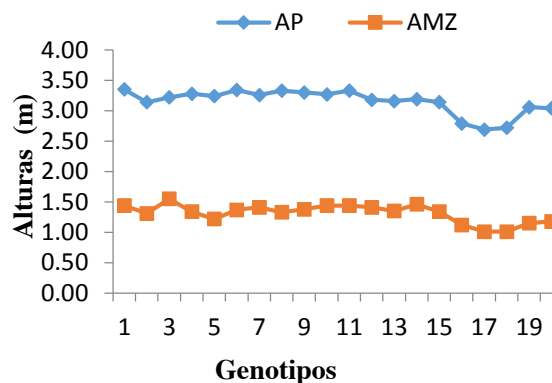


Figura 1. Comportamiento de medias en alturas de planta y mazorca de híbridos pre-comerciales de maíz para el Bajío de México. Roque, Celaya, Gto. 2013.

En el Cuadro 2, se presentan los resultados del análisis de varianza para caracteres agronómicos; días a floración femenina (DFF), masculina (DFM) y madurez fisiológica (DMF). Donde se puede apreciar que existieron diferencias significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre los genotipos evaluados para todos los caracteres.

Por otro lado; el C.V presento un rango de 0.87 a 2.31%; lo anterior indica que esta investigación de campo fue conducida de forma adecuada ya que el error experimental fue bajo, esto debido a la uniformidad en el registro de caracteres y bajo los mismos criterios de evaluación.

**Cuadro 2.** Cuadrados medios del análisis de varianza para caracteres agronómicos en híbridos pre-comerciales de maíz para el Bajío de México. Roque, Celaya, Guanajuato, 2013.

F.V	G. L	DFE (días)	DFM (días)	DMF (días)
<b>Genotipo</b>	19	17.97*	13.74*	48.64*
<b>Bloque</b>	2	2.46	6.21	12.51
<b>Error</b>	38	0.99	2.48	1.51
<b>C.V (%)</b>		1.45	2.31	0.87

\*\* = significativo al 0.01. DFE, DFM, DMF, corresponden a los días a floración femenina, floración masculina y madurez fisiológica, respectivamente.

En la prueba de comparación de medias (Figura N° 2) se puede observar que los Híbridos 12, 14, 13, 9 y 2 fueron los más tardíos con 70 y 71 días a floración femenina, mientras que los más precoces fueron los genotipos 20, 15, 18, 17 y 16 alcanzando la floración de los 64 y 65 días, respectivamente.

Por otro lado; para la floración masculina los genotipos que presentaron mayor retraso fueron los híbridos 12, 14, 1, 13, y 7 con 70 y 71 días a floración; mientras que los que alcanzaron la floración más temprana fueron los híbridos 20, 18, 17, 15 y 16 con 64 a 66 días a floración, respectivamente (Figura N° 2).

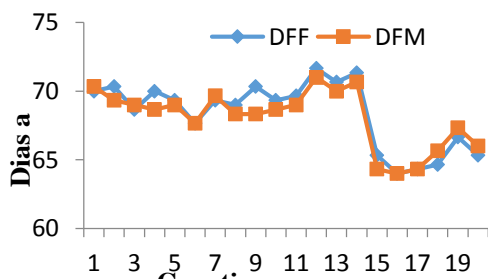


Figura 2. Comportamiento de medias para los días a floración femenina y masculina de los híbridos pre-comerciales de maíz para el Bajío de México. Roque, Celaya, Gto. 2013.

Finalmente, para los días a madurez fisiológica se puede observar que los híbridos más tardíos fueron el 9, 15, 12, 7 y 14 con 143 y 145 días; mientras que los híbridos que resultaron ser los más precoces en alcanzar la madurez fisiológica fueron el 18, 17 y 16 con 131 y 135 días, respectivamente (Figura 3).

La precocidad tiene la ventaja de evitar daños en la zona donde existe estrés provocado por frío, granizadas, falta de agua o bien donde se tiene necesidad de desocupar el terreno agrícola con rapidez para labores de preparación de la siembra siguiente, hecho que se cumple ante una cosecha anticipada, pero normal por su ciclo; sin embargo, esta precocidad puede variar entre regiones y se puede concebir de manera diferente.

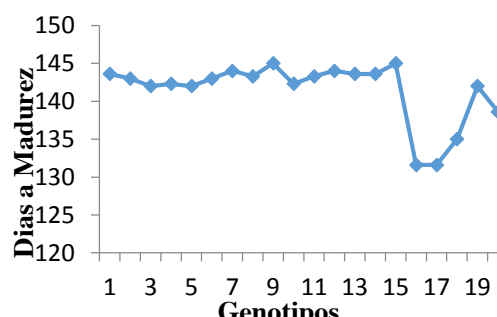


Figura 3. Comportamiento de medias para los días a madurez fisiológica de los híbridos pre-comerciales de maíz para el Bajío de México. Roque, Celaya, Gto. 2013.

En el Cuadro 3, se presentan los resultados del análisis de varianza para los componentes del rendimiento; longitud de mazorca (LM), diámetro de mazorca (DM), número de hileras por mazorca (HPM), número de granos por mazorca (GPH), donde se puede apreciar que existen diferencias significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre los genotipos para DM, HPM GPH y significativo para LM. Por otro lado, el C.V presentó un rango de 3.13 a 6.01%; lo cual destaca la importancia y el buen manejo llevado a cabo en el experimento, ya que se obtuvo un valor bajo del error experimental.

**Cuadro 3.** Cuadrados medios del análisis de varianza para componentes de rendimiento en híbridos pre-comerciales de maíz para el Bajío de México. Roque, Celaya, Guanajuato, 2013.

F.V	G.L	LM (cm)	DM (mm)	HPM (No)	GPH (No)
<b>Genotipo</b>	19	1.03 *	11.99 **	3.50**	9.41**
<b>Bloque</b>	2	4.33	8.91	0.38	6.11

<b>Error</b>	38	0.60	2.90	1.06	2.34
<b>C.V (%)</b>	----	4.68	3.13	6.01	5.06

\*, \*\* = significativo al 0.05 y 0.01, respectivamente. LM, DM, HPM, GPM, corresponden a la longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera, respectivamente.

En el cuadro 4, se presenta la comparación de medias para LM, DM, HPM Y GPH. Estos resultados indican la presencia de algunos de los híbridos con ciertas características contrastantes o diferentes del resto de los materiales, siendo los híbridos 7, 8, 6, 18 y 12 con valores superiores en longitud de mazorca (17 a 17.75 cm) y los híbridos 15, 16, 17 y 4 presentaron el peor comportamiento (15 a 16 cm).

Por otro lado, para el diámetro de mazorca los híbridos más destacados fueron 1, 5, 7, 9 y 8 con valores de 55.75 a 57.43 mm, mientras que los híbridos que presentaron los diámetros más bajos fueron 17, 18 y 16 con valores de 49.8 a 51.83 mm.

Estos resultados coinciden con los reportados por [6] quien menciona que cuando se evalúan diferentes genotipos de maíz se tienen comportamientos diferentes debido a su constitución genética.

**Cuadro 4.** Comportamiento de medias para longitud, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera, de los híbridos pre-comerciales de maíz para el Bajío de México. Roque, Celaya, Gto. 2013.

<b>Genotipo</b>	<b>LM (cm)</b>	<b>DM (mm)</b>	<b>HPM (no)</b>	<b>GPM (no)</b>
1	16.75 a	57.43 a	17.16 ab	30.33 abcd
2	16.50 a	54.60 abcd	17.50 ab	26.33 d
3	16.33 a	52.20 abcd	16.33 b	32.00 ab
4	15.83 a	54.47 abcd	16.83 ab	26.66 cd
5	16.66 a	56.86 ab	17.66 ab	29.33 abcd
6	17.33 a	55.10 abc	17.83 ab	30.00 abcd
7	17.75 a	56.73 abc	18.00 ab	29.66 abcd
8	17.58 a	55.75 abc	16.16 b	30.66 abcd
9	16.08 a	55.78 abc	19.83 a	29.33 abcd
10	17.00 a	53.23 abcd	17.83 ab	33.33 a

11	16.33 a	55.08 abcd	17.83 ab	30.00 abcd
12	17.16 a	54.84 abcd	17.50 ab	32.33 ab
13	16.75 a	55.73 abc	18.16 ab	31.00 abcd
14	17.00 a	55.40 abc	18.00 ab	32.33 ab
15	16.00 a	53.64 abcd	15.16 b	30.66 abcd
16	15.91 a	49.80 d	16.16 b	29.66 abcd
17	15.83 a	51.83 bcd	16.00 b	28.00 bcd
18	17.16 a	51.57 cd	16.50 b	31.00 abcd
19	16.08 a	52.19 abcd	15.66 b	30.33 abcd
20	16.91 a	53.81 abcd	17.33 ab	31.33 abc

Para el número de hileras por mazorca (HPM), se puede apreciar que los híbridos de mejor resultado fueron el 9, 13, 14 y 7 con valores de 18 a 20 hileras por mazorca; por otro lado, los híbridos con los valores más bajos fueron 8, 16, 17, 19 y 15 con 16 hileras por mazorca. Para el número de granos por hilera (GPH), se observa que los híbridos con los mejores resultados fueron el 10, 12, 14 y 3 con 32 y 33 granos; y los híbridos 17, 4 y 2 con 26 y 28 granos por hilera (Cuadro 4).

En el Cuadro 5, se presentan los resultados del análisis de varianza para el rendimiento de campo y el índice de prolificidad; en él se puede observar el efecto estadístico ( $p \leq 0.01$ ) entre los genotipos para rendimiento de campo; mientras que el índice de prolificidad no mostró diferencia significativa entre los materiales evaluados. Por otro lado, Los coeficientes de variación obtenidos en estas características oscilan de 6.36 a 10.31%, indicando la excelente conducción del experimento bajo condiciones de campo y la baja expresión del error experimental.

**Cuadro 5.** Cuadrados medios del análisis de varianza para el rendimiento de campo e índice de prolificidad en híbridos pre-comerciales de maíz para el Bajío de México. Roque, Celaya, Guanajuato, 2013.

<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>IP (no.)</b>	<b>RTO (ton ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>Genotipo</b>	19	0.00395 <sup>ns</sup>	10.47**
<b>Bloque</b>	2	0.00066	0.70
<b>Error</b>	38	0.00382	1.44

C.V (%)	----	6.36	10.31
---------	------	------	-------

\*\*, Significativo al 0.01. ns= no significativo, IP y RTO corresponden al Índice de prolificidad y rendimiento de campo, respectivamente.

En este sentido, [7] señala que el índice de prolificidad es una característica importante y que debe ser incluida en los programas de mejoramiento genético como medio para incrementar el rendimiento.

La prueba de comparación de medias para el rendimiento de campo se observa en la Figura 4; donde los híbridos 14, 10, 3, 11 y 13 presentaron valores superiores a 13 ton ha<sup>-1</sup>; mientras que los híbridos 5, 20, 15 y 17 tuvieron el peor desempeño en esta característica.

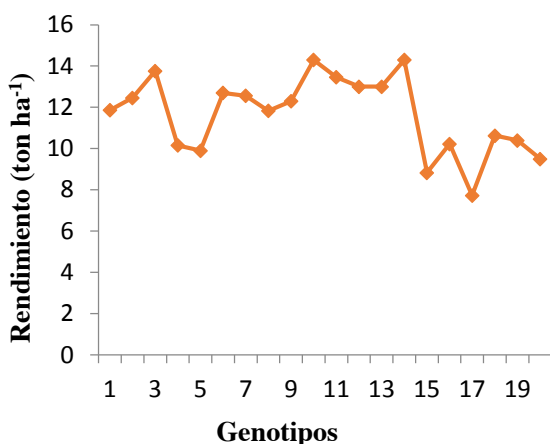


Figura 4. Comportamiento de medias para rendimiento de campo de los híbridos pre-comerciales de maíz para el Bajío de México. Roque, Celaya, Gto. 2013.

#### 4. Conclusiones

Los híbridos 1, 9, 10 y 11 fueron consistentes con el mejor comportamiento para los caracteres agronómicos (altura de planta y altura de mazorca,) estos materiales pueden tener un uso potencial para forraje.

Los híbridos 16, 17, 18 y 20 fueron los más precoces alcanzando la floración masculina y

femenina en 64 días en promedio y la madurez fisiológica a los 131 - 138 días.

Finalmente, los híbridos 14, 10, 3, 11 y 13 presentaron el rendimiento más alto (13 – 14.30 ton ha<sup>-1</sup>) en promedio. Del mismo modo, la mayoría de estos genotipos fue consistente con el mejor comportamiento para los componentes de rendimiento.

#### Referencias

- [1] SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2007. *Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996 - 2012*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, D.F. 208 p
- [2] SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2010. *Estadísticas de producción de semilla del año agrícola 2009 (en línea)*. Consultado julio 2011. Disponible en [http://www.siap.gob.mx/aagricola\\_siap/icultivo/index.jsp](http://www.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp)
- [3] Paliwal R. L. 2001. *El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción*. FAO. Roma.
- [4] SAS Institute Inc. 1999. *SAS/STAT user's guide*. Version 8.1 Cary, NC, USA. 359 p.
- [5] Ortega C.A.;H.M.J. Guerrero, A.O. Cota, O.R.E Preciado (2011). *Situación actual de los maíces nativos y sus parientes silvestres en México en: Amplitud, Mejoramiento, Usos y Riegos de la Diversidad Genética de maíz en México*. R.E. Preciado O., S. Montes H., (eds) Sociedad mexicana de fitogenética A.C. pp. 15-41
- [6] Chávez, A.J.L., 1995. *Mejoramiento de plantas 2*. Edit. Trillas. Ed. 1. Mex. D.F.
- [7] Marquez, S.F. 1992. *La interacción genética ambiental en genotecnia vegetal revisión*. In: Sanchez G.J., Ron P.J. y Marquez S.F. Memorias del simposium interacción genotipo ambiente en genotecnia vegetal. Guadalajara Jal. P. 1-27

# Evaluación de condiciones de temperatura de un colorante natural empleado como sensibilizador en una DSSC.

Cedillo Alaniz Mónica<sup>(1)</sup>, Baltazar Vera Juan Carlos<sup>(1,2)</sup>, Fuentes Ramírez Rosalba<sup>(1)</sup>.

<sup>(4)</sup> Departamento de Ingeniería Química de la División de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Noria Alta s/n, Guanajuato, Gto, 36050, México.

<sup>(5)</sup> Universidad Politécnica del Bicentenario, Carretera Estatal Silao-Romita Km. 2 Silao Gto.

## Resumen

*La conversión fotovoltaica de energía solar en potencia eléctrica es una de las tecnologías alternativas más prometedoras, ya que la fuente solar es la más ampliamente distribuida en el planeta, además de ser prácticamente inagotable.*

*En la fabricación de las DSSC se implementó la técnica de screen-printing para la deposición de la fase semiconductora de  $TiO_2$  y se utilizó como sensibilizador un colorante natural (extracto de *Hibiscus Sabdariffa*) con diferentes valores de temperatura en su tratamiento térmico. Se efectuaron los análisis de espectroscopia Raman tanto para el  $TiO_2$  fase anatasa como para el  $TiO_2$  en la fase semiconductora y se realizaron análisis infrarrojo tanto al sensibilizador como a los fotoelectrodos antes y después de haberse utilizado. Se realizaron las curvas de descarga, diagramas P-V y P-I de cada DSSC realizada; asimismo se calcularon los valores del factor de llenado y porcentajes de eficiencias obtenidas de las mismas.*

*La DSSC impregnada con extracto de *Hibiscus Sabdariffa* a 60 °C consigue los resultados más aceptables de potencia, factor de llenado y porcentaje de eficiencia, los cuales fueron de 20.736 mW, 0,309 y 2,099%, respectivamente.*

Palabras clave: DSSC, celda, solar, colorante, hibiscus, sabdariffa.

## 1. Introducción

La celda solar sensibilizada con colorante (DSSC) es un tipo de celda fotovoltaica, la cual mediante un principio foto-químico se produce electricidad, al realizar la transformación de energía luminosa a energía eléctrica. Este tipo de celda surgió hace varios años en un laboratorio en Lausanne, Suiza [1] y tienen el potencial de ser producida de una manera más económicamente que las celdas existentes en el mercado gracias al bajo costo de la materia prima y sus bajos requerimientos de manufactura.

En 1991, Grätzel y colaboradores informaron sobre la primera celda solar realmente eficiente, en la cual utilizaron un electrodo poroso con una fase semiconductora sensibilizada con un tinte [2].

La operación de este tipo de celdas consiste en una película de  $TiO_2$ , con tamaños de partícula nanométricos. En seguida, se recubre con una o más capas de un tinte transferente de carga, el cual se encargará de absorber la luz y de donar los electrones excitados a la banda de conducción del  $TiO_2$ , el cual se encuentra adherido a un electrodo transparente que los conducirá al circuito externo para realizar trabajo. Luego serán recibidos por un contraelectrodo, normalmente un óxido conductor transparente recubierto con un catalizador, que los transferirá a un electrolito con un mediador, comúnmente  $I^-/I_3^-$ , que compensará con un electrón al tinte [3].

## 2. Metodología

Para la elaboración de estas DSSC primeramente se impregna en un vidrio FTO una

capa de mezcla de HCl a una concentración molar definida y  $\text{TiO}_2$  fase anatasa por medio de la técnica de screen-printing, enseguida se le realiza un tratamiento térmico a  $450\text{ }^\circ\text{C}$  y se deja enfriar por 24 hrs.

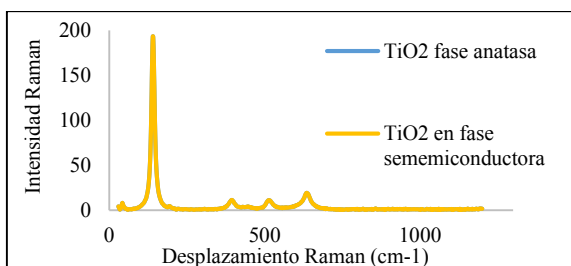
Para la preparación del sensibilizador se pesan 5 g de flor de jamaica y se trituran en un mortero de porcelana, utilizando como medio extractante 100 ml de acetonitrilo, Ya teniendo la solución del sensibilizador, se introduce el vidrio con la capa de semiconductor por un lapso de 96 hrs. Transcurrido ese tiempo, a los vidrios impregnados con el colorante se les realiza un tratamiento térmico de 60, 80, 100 y  $130\text{ }^\circ\text{C}$  por una hora y se dejan reposar por 24 hrs.

Para el caso del contraelectrodo, a un vidrio FTO se le impregna una solución a base de platino y se le realiza un tratamiento térmico a  $450\text{ }^\circ\text{C}$  por 30 minutos y se deja reposar por 24 hrs. Finalmente, para la fabricación del electrolito se utilizaron yodo elemental y yoduro de litio, los cuales en conjunto forman el par redox que se encontrará disuelto en carbonato de propileno.

Se realizan los análisis de espectroscopia Raman e Infrarrojo en base a metodologías características para este tipo de celdas solares [4]. Y para medir la respuesta energética de la DSSC se ensamblan el fotoelectrodo, electrolito y contraelectrodo y se conectan al circuito de medición para obtener los datos necesarios para realizar la curva de descarga de la celda [5].

### 3. Análisis de resultados

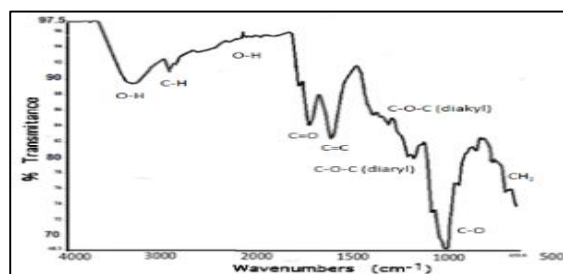
Se efectuaron los análisis de espectroscopia Raman tanto para el  $\text{TiO}_2$  fase anatasa como para el  $\text{TiO}_2$  en la fase semiconductor para observar si se presentaba alguna variación en la intensidad de los picos del  $\text{TiO}_2$ . Los espectros obtenidos fueron los siguientes:



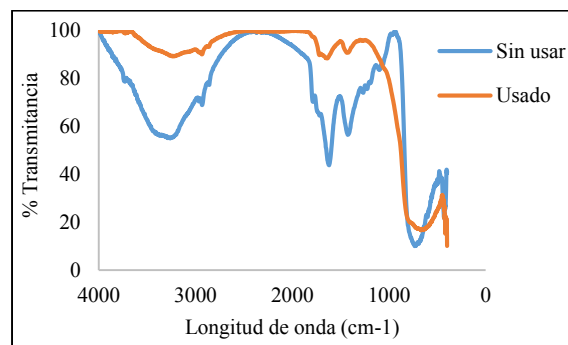
**Fig. 1. Espectros Raman del  $\text{TiO}_2$  en fase anatasa y fase semiconductor.**

En ambos espectros de la Fig. 1 se observan los picos característicos del  $\text{TiO}_2$  que aparecen a desplazamientos Raman de 144, 200, 398, 519 y  $644\text{ cm}^{-1}$  [3].

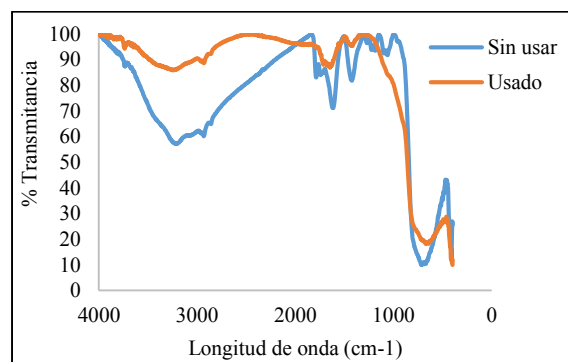
El análisis de ATR de diamante para la flor de Jamaica se observa en la Fig. 2 y los espectros infrarrojos de los fotoelectrodos antes y después de haberse utilizado se presentan en las Fig.3-6:



**Fig. 2. Espectro de ATR de diamante de la flor de jamaica.**

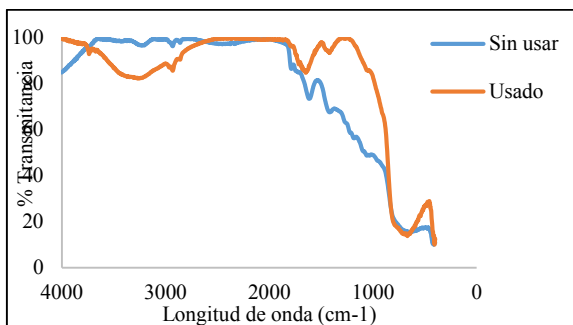


**Fig. 3. Espectros IR de fotoelectrodos impregnados con extracto de *Hibiscus Sabdariffa* a  $60\text{ }^\circ\text{C}$ .**

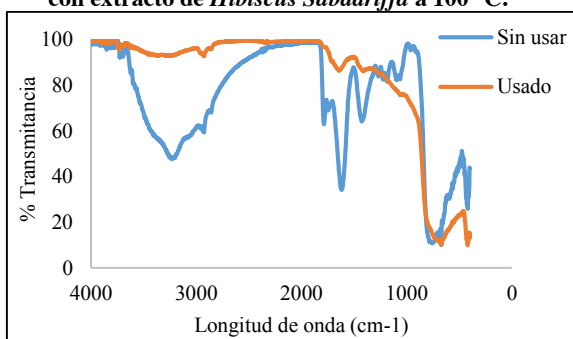


**Fig. 4. Espectros IR de fotoelectrodos impregnados con extracto de *Hibiscus Sabdariffa* a  $80\text{ }^\circ\text{C}$ .**



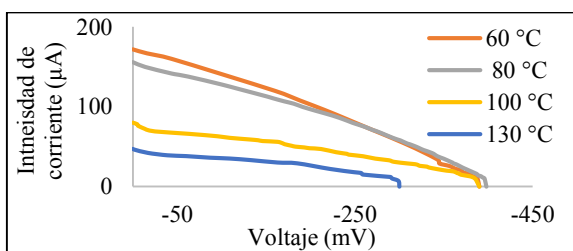


**Fig. 5. Espectros IR de fotoelectrodos impregnados con extracto de *Hibiscus Sabdariffa* a 100 °C.**

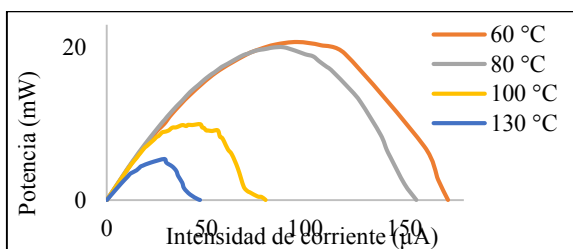


**Fig. 6. Espectros IR de fotoelectrodos impregnados con extracto de *Hibiscus Sabdariffa* a 130 °C.**

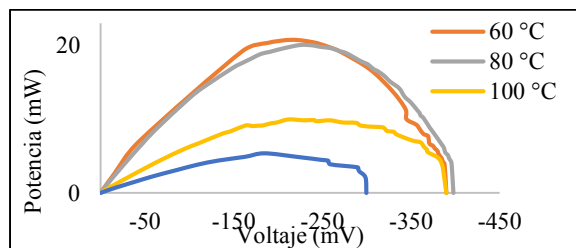
Las curvas de descarga, diagramas P-I y P-V obtenidos se muestran en las Fig. 7, Fig.8 y Fig.9 respectivamente:



**Fig. 7. Curvas de descarga de las DSSC.**



**Fig. 8. Diagrama P vs I.**



**Fig. 9. Diagrama P vs V.**

Los valores del factor de llenado y porcentaje de eficiencia obtenidos para las DSSC impregnadas con extracto de *Hibiscus Sabdariffa* fueron los siguientes:

Tabla 1. Respuesta energética de DSSC.		
TEMPERATURA (°C)	EFICIENCIA (%)	FACTOR DE LLENADO
60	2.099	0.309
80	2.027	0.323
100	1.009	0.319
130	0.543	0.380

#### 4. Conclusiones

El colorante de extracto de *Hibiscus Sabdariffa* empleado como sensibilizador obtuvo buenos resultados al implementarse en la DSSC, ya que se obtuvieron respuestas energéticas muy aceptables y su costo de manufactura fue bajo.

De las diferentes temperaturas probadas en el tratamiento térmico, la que logró tener una eficiencia más alta fue la temperatura de 60 °C. La celda impregnada con extracto de *Hibiscus Sabdariffa* a 60 °C logró una potencia de 20.736 mW, un factor de llenado de 0.309 y una eficiencia de 2.099%; la celda con tratamiento térmico de 80 °C alcanzó una potencia de 20.025 mW, un factor de llenado de 0.323 y una eficiencia de 2.027%; la celda sometida a una temperatura de 100 °C obtuvo una potencia de 9.964 mW, un factor de llenado de 0.319 y una eficiencia de 1.009% y la celda impregnada a 130 °C tuvo una potencia de 5.365 mW, un factor de llenado de 0.380 y una eficiencia de 0.543%.

Los espectros Raman del TiO<sub>2</sub> fase anatasa y en la fase semiconductor presentan la misma intensidad de los picos característicos, por lo que se concluye que ni el ácido clorhídrico ni el tratamiento térmico afectan en las propiedades del semiconductor. Y cotejando los espectros infrarrojos de los fotoelectrodos antes y después de

haber utilizado se concluye que el fotoreceptor se mantiene impregnado en el fotoelectrodo aún después de haberse manipulado pero que a su vez se degrada con el uso de la DSSC.

## 5. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad de Guanajuato por las facilidades prestadas para la realización de este proyecto.

## Referencias

- [1] Lee J., Coia G., Lewis N., “*Current density versus potential characteristics of dye-sensitized nanostructured semiconductor photoelectrodes. 2. Simulations*”, J. Phys. Chem. B, Vol. 108 (17), págs. 5282–5293, 2004.
- [2] O’Regan B., Grätzel M., “*A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO<sub>2</sub> films*”, Nature, Vol. 353, pág. 737, 1991.
- [3] Smestad G., Grätzel M., “*Demonstrating electron transfer and nanotechnology: A natural dye-sensitized nanocrystalline energy converter*”, Journal of Chemical education, Vol. 75, No. 6, pág. 782, 1998.
- [4] Miao L., Tanemura S., Toh S., Kaneko K., Tanemura M., “*Fabrication, characterization and Raman study of anatase-TiO<sub>2</sub> nanorods by a heating-sol-gel template process*”, Journal of Crystal Growth, No. 264, págs. 246–252, 2004.
- [5] Manríquez J., “*Diseño y construcción de dispositivos fotocapacitivos y fotovoltaicos con base en materiales dendríticos y metalomacromplejos de terpiridina rutenio (II)*”, Tesis doctoral, pág. 82, 2007.



## **Ciencias Agropecuarias – B**

1er Simposio Internacional de Desarrollo Tecnológico

Universidad Politécnica del Bicentenario  
Carretera Estatal Silao-Romita Km. 2  
San Juan de los Durán, Silao de la Victoria, Guanajuato, México  
C.P. 36283  
[www.upbicentenario.edu.mx](http://www.upbicentenario.edu.mx)

Obra terminada el 28 de Noviembre de 2014



Ciencias Agropecuarias - B

ISBN: 978-607-96471-4-8

