

Aplicación de una feromona atrayente de abejas en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), en Rosales, Chihuahua

Application of an attractive pheromone of bees in watermelon (*Citrullus lanatus*), in Rosales Chihuahua

Isabel Cristina Dávila Chavira, Fabiola Iveth Ortega Montes, Sergio Guerrero Morales, María Elena Carrillo Soltero, Bertha Alicia Rivas Lucero.

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

#### NOTA SOBRE LOS AUTORES

Isabel Cristina Dávila Chavira: [p344296@uach.mx](mailto:p344296@uach.mx),  <http://orcid.org/0000-0003-0926-0741>

Fabiola Iveth Ortega Montes: [fortega@uach.mx](mailto:fortega@uach.mx),  <http://orcid.org/0000-0002-2071-7901>

Sergio Guerrero Morales: [sguerrer@uach.mx](mailto:sguerrer@uach.mx)

María Elena Carrillo Soltero: [yeyi\\_en\\_linea@hotmail.com](mailto:yeyi_en_linea@hotmail.com)

Bertha Alicia Rivas Lucero: [brivas@uach.mx](mailto:brivas@uach.mx),  <http://orcid.org/0000-0001-5304-9340>

Esta investigación fue financiada con recursos de los autores.

Los autores no tienen ningún conflicto de interés al haber hecho esta investigación.

Remita cualquier duda sobre este artículo a Isabel Cristina Dávila Chavira.

#### RESUMEN

La presente investigación exploratoria y descriptiva fue realizada en un predio agrícola de Rosales, Chihuahua, en el cultivo de sandía. Se utilizó una feromona atrayente, por su olor, de abejas para el proceso de polinización del cultivo. La planta es monoica; por esta condición, la polinización entomófila es importante para fecundar la flor. Se aplicó 1.5 kg. de la feromona Nasanov a una

hectárea de cultivo y en otro lugar del predio se ubicó la hectárea testigo. Se utilizaron catorce colmenas ubicadas estratégicamente en la hectárea tratada. La fecha de la aplicación fue el 4 de mayo del 2020, al inicio de la floración. El primer corte fue el 29 de mayo del 2020 en donde se observó una diferencia de 0.63 kg. más de peso en las sandías tratadas; el segundo corte también hubo un incremento de 5.33 kg, en el tercer corte se manifestó 1.334 kg en las tratadas y en el cuarto corte la diferencia por unidad fue 0.53 kg. en las tratadas. Las plantas tratadas con feromona manifestaron procesos de polinización a tiempo por lo que los frutos tuvieron un mayor peso, como se reflejó en los cuatro cortes, especialmente en el segundo. Se realizaron pruebas t de Student utilizando el paquete R Studio, los tres primeros cortes tuvieron una significancia menor a 0.05 por lo que se concluye que el incremento promedio en el peso de sandía tratada fue superior al testigo. La evaluación económica y financiera fue viable según los resultados de los indicadores: VAN= 37272.33, TIR=42%, Relación B/C=1.31.

**Palabras clave:** Cucurbitáceas, polinización, colmenas, pecoreación, factibilidad.

### ABSTRACT

The present exploratory and descriptive research was carried out in an agricultural land in Rosales, Chihuahua, in the culture of watermelon. An attractant pheromone, due to its smell, from bees was used for the pollination process of the crop. The plant is monoecious; for this condition, entomophilic pollination is important to fertilize the flower. 1.5 kg was applied. of the Nasanov pheromone to one hectare of cultivation and in another part of the farm the control hectare was located. Fourteen hives strategically located in the treated hectare were used. The application date was May 4, 2020, at the beginning of flowering. The first cut was on May 29, 2020 where a difference of 0.63 kg was observed. more weight in treated watermelons; the second cut there was also an increase of 5.33 kg, in the third cut 1,334 kg was manifested in the treated ones and in the fourth cut the difference per unit was 0.53 kg. in those treated. The plants treated with pheromone showed pollination processes in time, so the fruits had a greater weight, as reflected in the four cuts, especially in the second. Student's t tests were performed using the R Studio package, which had a significance lower than 0.05, so it is concluded that the average increase in the weight of treated watermelon was higher than the control. The economic and financial evaluation was feasible, according to the indicators: NPV=37272.33, IRR=42% and Cost benefit ratio= 1.31.

**Keywords:** Cucurbits, pollination, hives, pecoration, feasibility.

## INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus*), es una planta herbácea monoica cuyo origen se presume en África, donde aún hoy crece en forma silvestre (Giaconi, 1989). Cultivo de amplia difusión en el país y de consumo generalmente crudo como postre, resulta una fruta muy refrescante que aporta muy pocas calorías, algunas vitaminas y minerales, compuesta en más de un 90% de agua, la hacen una fruta muy hidratante propia de la temporada de verano. En México la producción de sandía (*Citrullus lanatus*) se realiza en 27 estados siendo Sonora, Chihuahua y Jalisco los principales productores, los cuales en conjunto aportan más de la mitad de la producción total a nivel nacional. La información estadística nos indica que la producción nacional en el año 2018 fue de 1,472,459 toneladas, de las cuales 119,794 fueron producidas en el estado de Chihuahua, lo que representó un 12.29% de la producción total. El distrito de riego 005 de Delicias produjo en el año 2018, 47,277 toneladas de sandía. El municipio bajo estudio tuvo una producción de 7,782 toneladas lo que representó un 16.5% de la producción de sandía en el distrito. Lo que significó una gran importancia económica en la región (SIAP, 2018).

Dentro de los factores que integran el sistema de producción de la sandía, el uso de agentes polinizadores es el de mayor importancia para la fecundación. Siendo las abejas (*Apis mellifera*) quienes desarrollan esta actividad fundamental para la alimentación del ser humano y de todos los animales; “La Polinización”. Las plantas destinadas a la producción de frutos deben pasar por este proceso (Frost, 1987).

En la sandía, donde se presentan muchos óvulos, el número de granos de polen y/o visitas que realice la abeja a la flor es clave para dar origen a frutos de buen tamaño y sin deformaciones, debido al desarrollo normal de las semillas. El uso de abejas para polinizar el cultivo de sandía, es la forma más segura y eficaz. Una flor polinizada se traduce en fruta con más semillas y, por lo tanto, de mayor tamaño y con mejor forma. De esta manera se aumenta considerablemente los rendimientos por hectárea. Cuando se utilizan abejas como factor de polinización entomófila se tiene que considerar o verificar el estado de las colmenas al momento de la instalación y durante el período de la polinización, aspectos que determinan la actividad pecoreadora de las abejas (Montenegro, 2013).

Los frutos originados por polinización con abejas, son más grandes y pesados porque cuentan con más semillas. Cuando el polen de la misma flor o de otra es depositado sobre la superficie del estigma, la activación del mismo se produce en menos de 30 minutos, en condiciones climáticas

óptimas. Durante este período es fundamental que la temperatura favorezca el desarrollo del tubo polínico, requiriéndose 18 °C como mínimo. El tubo polínico toma de 24 a 30 horas para alcanzar los óvulos en el ovario, produciéndose la fecundación de las flores de sandía horas más tarde de la polinización. Si la fecundación no se lleva a cabo, las flores se marchitan, comenzando por los pétalos (Peñaloza, 2001).

Las feromonas son sustancias secretadas por los seres vivos con el fin de provocar comportamientos específicos en otros individuos de la misma especie. La feromona de Nasonov es liberada por las abejas obreras para marcar las flores que tienen néctar. Para difundir este olor, las abejas poseen la glándula en la parte superior de sus abdómenes por encima del canal del aguijón, para difundir este olor agitan sus alas vigorosamente. Las abejas utilizan este rastro para que otras abejas se den cuenta que flores tienen néctar. La feromona Nasonov se utiliza para atraer abejas a las plantas para contribuir al proceso de polinización. La feromona consiste en una mezcla de compuestos volátiles siendo el principal el geraniol. Los compuestos de mayor actividad para las abejas son los ácidos citral y geraniol.

El rendimiento en el cultivo de sandía se reduce por la falta de presencia de abejas. El efecto de una pobre polinización nos muestra frutos pequeños y deformes (Frost, 1987). En los frutos de las cucurbitáceas, la calidad está vinculada al número de semillas, teniendo una relación muy estrecha el tamaño y forma de los frutos con la cantidad de semilla presente en el mismo.

En el caso de las cucurbitáceas (familia a la que pertenece la sandía), el periodo de polinización es muy corto y al mismo tiempo se quiere una producción máxima y uniforme, por lo tanto, es necesaria la introducción de agentes polinizadores (InfoAgro, 2018). Sumado a los agentes polinizadores se introduce el uso de la feromona sintética Nasonov para atraer a una mayor cantidad de abejas al predio, así como también incrementar el tiempo de permanencia en el mismo.

La relación beneficio-costos es un indicador que señala la utilidad que se obtendrá con el costo que representa la inversión; es decir, que por cada peso invertido, cuánto es lo que se gana. Dentro de la visión general, el costo total es la suma del costo fijo total con el costo variable total, el costo variable total consta del producto entre el costo variable unitario y la cantidad (Baca-Urbina, 2016). El valor actual neto (VAN) es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto. Si tras medir los flujos de los futuros ingresos y egresos y descontar la inversión inicial queda alguna ganancia, el proyecto es viable. El indicador Tasa Interna de Retorno (TIR) mide el rendimiento de los fondos que se pretenden invertir en un proyecto, es la tasa que iguala a los flujos descontados a la inversión inicial; en la cual se supone que el dinero que se gana año con

año se reinvierte en su totalidad. De tal manera que trata de la tasa de rendimiento generada en el interior de la empresa por medio de la inversión. El objetivo general fue el realizar un estudio exploratorio y descriptivo del uso de colmenas y feromona atrayente de abejas en el cultivo de sandía en un predio agrícola de Rosales, Chihuahua.

## METODOLOGÍA

El experimento se realizará en el predio de un agricultor cooperante de la localidad de Ortiz, municipio de Rosales Chihuahua, en el Distrito de Riego 005 ubicado en las siguientes coordenadas: 28.236040, -105.537160 Figura 1 (INEGI, Marco Geoestadístico Municipal, 2005 versión 3.1).

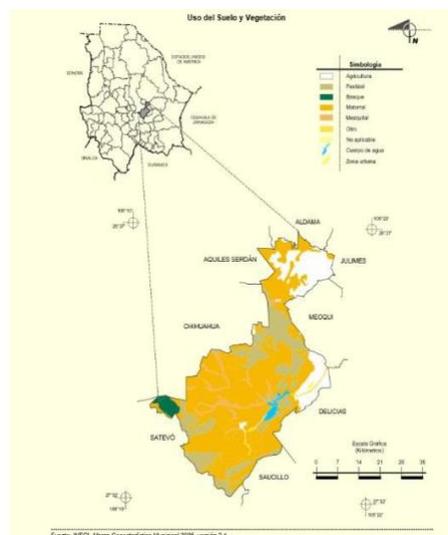


Figura 1. Mapa del Municipio de Rosales

Los tratamientos a evaluar fueron dos tratamientos, uno correspondiente al uso de feromonas y el otro correspondiente al testigo sin feromonas. La unidad experimental, consistirá en tres surcos de seis metros de largo cada uno y una distancia de 2.60 m entre surcos. Como parcela útil se considerará dos metros cuadrados del surco central. Se aplicarán en dos camas en forma de zigzag a diez pasos de separación entre cada punto. Se emplearán diez repeticiones. Las labores culturales que se realizarán en el predio de sandía serán determinadas por el productor cooperante. Las variables evaluadas son: número de sandías, largo, ancho y peso. Técnicas de recolección de datos serán por medio de la observación, conteo y medición de las variables antes mencionadas.

Los instrumentos para la recolección de datos serán: balanza, cinta métrica y formatos para el registro de las variables.

Para la elaboración del presente estudio, se utilizará la metodología del formato de la corrida financiera de EVALUACIÓN DE PROYECTOS OCTAVA EDICIÓN. (Baca-Urbina, 2016), que se compone de la siguiente manera: Relación Beneficio Costo (B/C), TIR (Tasa Interna de Retorno) y VAN (Valor Actual Neto). El método de muestreo que se va a utilizar es el Aleatorio simple, y el resultado de la investigación con las muestras nos dará las bases para hacerlo general al resto de la población. La captura de datos y la medición de las variables se realizó en cada corte de sandía. A estas variables, se les realizó el análisis usando una prueba de t de Student, utilizando el programa R Studio.

## RESULTADOS

La prueba de t de student, indicó que existió diferencia estadística entre los dos tratamientos comparados, especialmente en el segundo y tercer corte. Cabe hacer mención que la feromona se aplicó una semana después de que inició la floración, por ese motivo en el primer corte no existió diferencia estadística significativa (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Resultados Estadísticos.

Cuadro 1. Resultados Estadísticos				
No. corte	t	$\mu$ con feromonas	$\mu$ Testigo	$\alpha$ Nivel de significancia
Primero	0.93394	13.793	13.159	0.3542 NS
Segundo	9.5655	18.753	13.418	1.898e-13 S
Tercero	2.1457	13.049	11.715	0.0361 S
Cuarto	0.8563	11.755	11.225	0.3956 NS
NS= No Significativo al 0.05 S=Significativo al 0.05				

En el cuadro 2 se presentan los rendimientos medios obtenidos por unidad experimental y por hectárea. En el primer corte la diferencia en rendimiento por hectárea fue mayor en 1, 024 kg de sandía en el tratamiento donde se aplicó la feromona, esta baja diferencia es atribuida al retraso en la aplicación. En el segundo corte el tratamiento con feromona superó al testigo en 8,616 kg por ha. En este corte fue muy claro el efecto benéfico de la feromona de atraer a la abeja para una mejor fecundación de la flor, lo cual se refleja en mayor rendimiento de sandía. En el tercer corte el efecto de la feromona sobre la atracción de la abeja comienza a disminuir lo cual se ve reflejado en una menor diferencia entre el rendimiento obtenido en ambos tratamientos. A partir del cuarto

hasta el séptimo corte no existió diferencia estadística significativa en el rendimiento de sandía, lo que indica que el efecto de la feromona terminó y las abejas visitaron con la misma frecuencia a las plantas de sandía de ambos tratamientos. Sin embargo se aprecia que el rendimiento en los primeros cuatro cortes fue superior en 12,591 kg por ha<sup>1</sup>, lo que se consideró un incremento muy favorable en rendimiento por efecto de la feromona. Los costos totales generados en ambos tratamientos, donde se incluyen los costos fijos y variables fueron muy similares, \$83,400 en el tratamiento con feromona, versus \$81,045 en el tratamiento sin feromona, ya que el resto de labores y actividades se realizaron por igual en ambos tratamientos.

No de corte	Rendimiento de Testigo kg		Rendimiento con Feromona kg	
	Parcela útil	Hectárea	Parcela útil	Hectárea
Primero	13.159	21,251	13.793	22,275
Segundo	13.418	21,670	18.753	30,286
Tercero	11.715	18,919	13.049	21,074
Cuarto	11.225	18,128	11.755	18,984
<b>Total</b>	<b>49.517</b>	<b>80,028</b>	<b>56.154</b>	<b>92,619</b>

El análisis económico considerando solo los primeros cuatro cortes, con presentados en el Cuadro 3. El ingreso que generó el tratamiento con feromona fue de \$271,063.70, mientras que el testigo generó \$230,623.29. Es decir, el uso de la feromona incrementó considerablemente el rendimiento de la sandía, generando \$40,440.41 más que el testigo. Lo anterior confirma que, existe un beneficio económico considerable por el uso de feromonas en la polinización de la flor de sandía por abejas.

No de corte	Rendimiento Testigo kg/ha	Rendimiento Feromona kg/ha	Precio de venta /kg	Ingresos por ha Testigo	Ingreso por ha Feromona
Primero	21,251	22,275	\$3.70	\$78631.60	\$82420.07
Segundo	21,670	30,286	\$3.50	\$75845.25	\$106001.33
Tercero	18,919	21,074	\$2.30	\$43515.37	\$48470.51
Cuarto	18,128	18,984	\$1.80	\$32631.08	\$34171.79
<b>Total</b>	<b>80,028</b>	<b>92,619</b>		<b>\$230623.29</b>	<b>\$271063.70</b>

Al determinar los indicadores económicos se encontró que la VAN fue de \$37,272.33. La inversión neta de \$215,000 produjo una utilidad de \$37,272.33 con una tasa de actualización del 15% en un horizonte de 5 años. La TIR fue del 42% lo cual indica viabilidad ya que es mayor que la tasa de actualización. La Relación Beneficio/Costo= 1.31, lo que indica que por cada peso gastado se obtuvieron \$.31 de ganancia.

### CONCLUSIONES

1. Los resultados nos indicaron que las plantas tratadas con la feromona Nasanov, tuvieron mayor afluencia durante el proceso de polinización. Por lo tanto los frutos tuvieron un comportamiento mayor en peso y calidad que las plantas sin tratamiento.
2. Se observó que las plantas con tratamiento tuvieron menos frutos deformes (colatas) por lo que la eficiencia en el uso de insumos tuvo una relación positiva con la productividad como se reflejó en la viabilidad económica y financiera.
3. El proyecto es viable con los siguientes indicadores financieros:

VAN= \$ 37,272.33.

La inversión neta de \$215000 produjo una utilidad de \$37272.33 al 15% de actualización en un horizonte de 5 años.

TIR= 42%

Dado que es mayor que la tasa de actualización de 15%

RELACION B/C = 1.31

Por cada peso gastado se obtuvieron \$.31 de ganancia.

### AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Sergio Guerrero Morales por permitirme hacer mi estudio en su predio agrícola y brindarme su apoyo a lo largo de todo el proceso de realización de mi proyecto. Al equipo de Agroconsultoría y Servicios por el patrocinio de la mitad de feromona utilizada en el experimento, en especial al Ing. Aarón Flores Lujan por su asesoría en la aplicación de la feromona. A la Dra. Fabiola Iveth Ortega Morales directora de mi estudio así como a todo el equipo de asesores por su apoyo incondicional. Al Dr. Magaña por su valiosa colaboración y consejos.

## REFERENCIAS

- A, P. P. (2001). *Semillas de hortalizas*. Valparaíso, Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Academies, T. N. (2007). *Status of Pollinators in North America*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Baca-Urbina, G. (2016). *Evaluación De Proyectos*. (8ª ed). México: Mc Graw Hill Interamericana.
- Barranco Leon, M. d., Vergara Briceño, C. H., & Cházaro Ruiz, L. F. (2019). Insecticidas derivados de nicotina y abejas polinizadoras. *Ciencia y Desarrollo*.
- Council, N. R. (2007). *Status of Pollinators in North America*. Washington D.C: The National Academies Press.
- Frost, P. J. (1987). *Apicultura*. Mexico: Ediciones Mundi-Prensa.
- InfoAgro. (07 de 04 de 2018). *La polinización en la familia de las cucurbitáceas*. <https://mexico.infoagro.com/la-polinizacion-en-la-familia-de-las-cucurbitaceas/>
- Lampeitl, F. (1988). *Apicultura Rentable*. Zaragoza, España: Acribia.
- Montenegro, G. (2013). Evaluación biológica de polen apícola de plantas nativas de Chile. *Revista Internacional de botánica experimental*, 14.
- Valparaíso. Peñaloza, P. (2001). *Semillas de hortalizas*. Valparaíso, Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Régard, A. (1988). *Manual del apicultor aficionado*. Paris: Acribia.
- Reyes Carrillo, J. L., Cano Rios, P., & Nava Camberos, U. (2009). Periodo optimo de polinización con abejas melíferas. *Agricultura Técnica en México*.

Root, A. I. (1984). *ABC y XYZ de la apicultura*. Argentina: Hemisferio Sur.

SIAP. (31 de 08 de 2018). *Servicio de Informacion Agroalimentaria y Pesquera*.  
[http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenProducto.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do)

USDA. (2018). *United States Department of Agriculture*.  
<https://downloads.usda.library.cornell.edu/usdaesmis/files/2j62s4901/4b29bm81x/4m90f941n/FVDTVMELON.PDF>

Copyright (c) 2021 Isabel Cristina Dávila Chavira, Fabiola Iveth Ortega Montes, Sergio Guerrero Morales, María Elena Carrillo Soltero y Bertha Alicia Rivas Lucero.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)