

## **Evaluación de reguladores de crecimiento en cebolla para el control de la emisión de tallo floral\***

### **Evaluation of growth regulators in onion for the control of the emission of floral stem**

**Rubén Macías Duarte<sup>1§</sup>, Raúl Leonel Grijalva Contreras<sup>1</sup>, Fabián Robles Contreras<sup>1</sup>, Arturo López Carvajal<sup>1</sup> y Fidel Núñez Ramírez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Campo Experimental Costa de Hermosillo-Sitio Experimental Caborca-INIFAP. Avenida S número 8 norte. H. Caborca, Sonora, México. CP. 83600. Tel. 015538718700, ext. 81105. (grijalva.raul@inifap.gob.mx; robles.fabian@inifap.gob.mx; lopez.arturo@inifap.gob.mx. <sup>2</sup>Instituto de Ciencias Agrícolas-Universidad Autónoma de Baja California. Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California. (fidel.nunez@uabc.edu.mx). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: macias.ruben@inifap.gob.mx.

#### **Resumen**

El cultivo de la cebolla en México representa gran importancia económica, en el año 2014 se establecieron 48 170 ha. La emisión de tallo floral representa un grave problema de producción ya que merma la calidad y el rendimiento. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de fitoreguladores de crecimiento sobre la reducción de la emisión de tallo floral en cebolla. El experimento se desarrolló durante el ciclo otoño-invierno 2013-2014 en dos localidades (Magdalena y Caborca, Sonora). Los productos evaluados fueron: Apogee (Prohexadione Ca, 50 ppm), Cultar 25 SC (Paclobutrazol, 10 ppm), Ethrel (Etefón, 5000 ppm), Pix Plus (Cloruro de Mepiquat, dos aplicaciones de 42 ppm), Moddus 250 (Trinexapac-etil, dos aplicaciones de 250 ppm) y Agromil V. (1 556 ppm). La aplicación se realizó en forma foliar con un volumen de 500 L ha<sup>-1</sup> para cada tratamiento. En Magdalena, los resultados mostraron diferencias significativas entre los productos evaluados en la emisión de tallo floral La aplicación de Ethrel y Pix Plus presentaron una respuesta positiva en la disminución del tallo floral con 10.5% contra 30.7% del testigo, Por

#### **Abstract**

The cultivation of the onion in México represents great economic importance, in the year 2014 was established 48 170 ha. The emission of floral stem represents a serious problem of production since it diminishes the quality and the yield. The objective of the present work was to evaluate the effect of growth phyto regulators on the reduction of the emission of floral stalk in onion. The experiment was developed during the autumn-winter cycle 2013-2014 in two localities (Magdalena and Caborca, Sonora). The products evaluated were: Apogee (Prohexadione Ca, 50 ppm), Cultar 25 SC (Paclobutrazol, 10 ppm), Ethrel (Etefon, 5000 ppm), Pix Plus (Mepiquat Chloride, two 42 ppm applications), Moddus 250 (Trinexapac -ethyl, two applications of 250 ppm) and Agromil V (1356 ppm). The application was done in foliar form with a volume of 500 L ha<sup>-1</sup> for each treatment. In Magdalena, the results showed significant differences between the evaluated products in the emission of floral stem. The application of Ethrel and Pix Plus presented a positive response in the reduction of the floral stem with 10.5% against 30.7% of the control. On the other hand, Ethrel produced

\* Recibido: agosto de 2017  
Aceptado: noviembre de 2017

otro lado, Ethrel produjo el mayor rendimiento con 61.8 t ha<sup>-1</sup>. En Caborca no hubo respuesta a la aplicación de los reguladores de crecimiento en la emisión de tallo floral ni en rendimiento comercial.

**Palabras clave:** *Allium cepa* L., calidad, ethrel, floración prematura, rendimiento.

## Introducción

En México durante 2014, se estableció una superficie de 48 170 ha de cebolla (*Allium cepa* L.) con una producción de 1 368 183 t, con un rendimiento medio de 29.8 t ha<sup>-1</sup>, siendo Baja California, Guanajuato Tamaulipas, Chihuahua y Puebla los principales estados productores (SIAP, 2014). La cebolla es una planta bianual que requiere de bajas temperaturas para inducir la floración; éste es un fenómeno no deseado en la producción comercial ya que compite con la formación y crecimiento del bulbo, lo que ocasiona pérdidas económicas para el productor, disminuyendo la rentabilidad del cultivo. Para evitarlo o reducirlo es necesario conocer para cada cultivar la época adecuada de siembra que combine el fotoperiodo para bulbificar, además evitar o disminuir en la medida de lo posible que las bajas temperaturas estimulen la floración. En la inducción a floración interactúan el genotipo, la edad de la planta y factores ambientales.

En la cebolla se distinguen cuatro etapas durante el desarrollo floral: etapa del periodo juvenil, la etapa de diferenciación floral (que requiere vernalización), la aparición de la inflorescencia y el desarrollo del escapo. Cada una de estas etapas está influenciada de diferente modo por las condiciones intrínsecas de la planta y las condiciones ambientales, y dentro de estas las más importantes son la temperatura y el fotoperiodo. La cebolla es una especie de exigencia cualitativa de vernalización por lo que la inducción de la floración por bajas temperaturas resulta decisiva, mientras que el fotoperiodo juega un papel importante en el proceso de alargamiento del escapo, el cual es promovido por días largos.

La respuesta a la acción de las bajas temperaturas varía con los cultivares. Aquellos que se adaptan más a zonas frías necesitan mayor cantidad de horas frío, mientras que los que se cultivan en zonas cálidas, requieren de un tiempo relativamente corto con bajas temperaturas para florecer. También existen cultivares capaces de florecer sin necesidad de bajas temperaturas. Para cada cultivar existe un tamaño de

the highest yield with 61.8 t ha<sup>-1</sup>. In Caborca there was no response to the application of growth regulators in the floral stem emission nor in commercial yield.

**Keywords:** *Allium cepa* L., ethrel, quality, premature flowering, yield.

## Introduction

In México during 2014, an area of 48 170 ha of onion (*Allium cepa* L.) was established with a production of 1 368 183 t, with an average yield of 29.8 t ha<sup>-1</sup>, being Baja California, Guanajuato Tamaulipas, Chihuahua and Puebla the main producing states (SIAP, 2014). The onion is a biannual plant that requires low temperatures to induce flowering; this is an undesirable phenomenon in commercial production as it competes with the formation and growth of the bulb, which causes economic losses for the producer, decreasing the profitability of the crop. To avoid or reduce it, it is necessary to know for each cultivar the appropriate planting season that combines the photoperiod to bulbify, in addition to avoiding or diminishing, as far as possible, that the low temperatures stimulate flowering. In the induction to flowering the genotype, plant age and environmental factors interact.

In the onion four stages are distinguished during floral development: stage of the juvenile period, stage of floral differentiation (requiring vernalization), appearance of inflorescence and development of the scape. Each of these stages is influenced in different ways by the intrinsic conditions of the plant and the environmental conditions, and within these the most important are temperature and photoperiod. The onion is a kind of qualitative requirement of vernalization reason why the induction of the flowering by low temperatures is decisive, whereas the photoperiod plays an important role in the process of elongation of the escaped, which is promoted by long days.

The response to the action of low temperatures varies with the cultivars. Those that adapt more to cold areas need more cold hours, while those that grow in warm areas, require a relatively short time with low temperatures to flourish. There are also cultivars capable of flowering without the need for low temperatures. For each cultivar there is a critical bulb size, from which the period of low temperatures to induce flowering becomes minimal, this value is from 100 to 150 g for the cultivar Senshuki and from 30 to 35 g for Sapporoki (Guiñazu, 1996).

bulbo crítico, a partir del cual el periodo de bajas temperaturas para inducir la floración se hace mínimo, este valor es de 100 a 150 g para el cultivar Senshuki y de 30 a 35 g para Sapporoki (Guiñazú, 1996).

Por otra parte, se sabe que las plantas pequeñas no son capaces de recibir el estímulo floral dado a las bajas temperaturas. Para los cultivares Valcatorce INTA (día largo) y Blanca Chata INTA (día corto), existe un estado juvenil (lapso en que la planta es incapaz de recibir el estímulo de bajas temperaturas para la diferenciación floral), que culmina cuando la planta alcanza un diámetro del pseudotallo a nivel del cuello entre 6 y 8 mm. Asimismo, a mayor diámetro del pseudo tallo al momento de recibir bajas temperaturas, más corto es el periodo necesario para lograr la formación de yemas florales. Además, las plantas que crecieron con altos niveles de nitrógeno necesitan un tratamiento de frío más largo que las que crecen con bajo contenido de nitrógeno. Es conocido el hecho que la temperatura óptima para la formación de yemas florales en cebolla es de 9 °C, por debajo o por encima de este valor, los periodos de inducción se alargan (Guiñazú, 1996).

Valadez (1989) indica que, para emitir el vástago floral, la cebolla necesita pasar por un periodo de vernalización después de la fase juvenil (bulbos mayores de 2.5 cm de diámetro) y que este periodo de bajas temperaturas puede ser de 7 a 12 °C durante cuatro semanas. Sin embargo, Sarly (1958) citado por (Valadez, 1989), menciona que con temperaturas de 10 °C a 15 °C puede manifestarse la vernalización, aunque es necesario aclarar que este fenómeno depende del cultivar y de las temperaturas invernales, pues a temperaturas mayores de 20 °C no se presenta la floración.

En el valle de Delicias, Chihuahua se siembran en invierno variedades de fotoperíodo corto y en primavera de fotoperíodo intermedio y largo, siendo las cebollas de invierno las que alcanzan los mayores rendimientos, con siembras del 15 al 31 de octubre y las sobresalientes son Early White Grano y Early Supreme. Las siembras que se efectúan antes de dicho periodo reducen el rendimiento comercial de 15 a 50% y producen de 20 a 80% de bulbos con emisión de tallo floral (Lujan, 1991). Por tal motivo una producción exitosa de cebolla depende de una buena selección de variedades en cuanto a fotoperíodo, características del bulbo, temperatura y otros factores del medio ambiente de una región determinada (Voss, 1979).

Una práctica que puede reducir el problema de floración prematura, es el uso de reguladores de crecimiento, en particular aquellos que pertenecen al grupo de los

On the other hand, it is known that small plants are not able to receive the floral stimulus given by the low temperatures. For the cultivars Valcatorce INTA (long day) and Blanca Chata INTA (short day), there is a juvenile state (period in which the plant is unable to receive the low temperature stimulus for floral differentiation), which culminates when the plant reaches a diameter of the pseudostem at neck level between 6 and 8 mm. Likewise, at a higher diameter of the pseudo stem at the time of receiving the low temperatures, the shorter the period necessary to achieve the formation of floral buds. In addition, plants grown with high levels of nitrogen need a longer cold treatment than those growing with low nitrogen content. It is known that the optimal temperature for the formation of floral buds on onions is 9 °C, below or above this value, the periods of induction are longer (Guiñazú, 1996).

Valadez (1989) indicates that, in order to emit the floral stem, the onion needs to pass through a period of vernalization after the juvenile phase (bulbs larger than 2.5 cm in diameter) and that this period of low temperatures can be from 7 °C to 12 °C for four weeks. However, Sarly (1958) cited by Valadez (1989) mentions that with temperatures of 10 °C to 15 °C vernalization can be manifested, although it is necessary to clarify that this phenomenon depends on the cultivar and the winter temperatures, because at higher temperatures of 20 °C does not present the flowering.

In the valley of Delicias, Chihuahua are planted in winter varieties of short photoperiod and in spring of intermediate and long photoperiod, being the winter onions that reach the highest yields, with plantings from the 15 to the 31 of October and the most outstanding are Early White Grain and Early Supreme. Sowings that occur before this period reduce commercial yields from 15 to 50% and produce from 20 to 80% of bulbos with floral stem emission (Lujan, 1991). For this reason a successful production of onion depends on a good selection of varieties in terms of photoperiod, bulb characteristics, temperature and other environmental factors of a given region (Voss, 1979).

A practice that can reduce the problem of premature flowering is the use of growth regulators, particularly those belonging to the group of growth retardants such as Paclobutrazol, Proexadione de Calcium, Daminozide and Hydrazide Maleic. The mode of action of these growth regulators is that they reduce vegetative growth by inhibiting gibberellin biosynthesis (Fallahi, 1999; Evans *et al.*, 1999; Terry and

retardadores de crecimiento como el Paclobutrazol, Proexadione de calcio, Daminozide y la Hidracida Maléica. El modo de acción de estos reguladores de crecimiento, es que reducen el crecimiento vegetativo mediante la inhibición de la biosíntesis de giberelinas (Fallahi, 1999; Evans *et al.*, 1999; Terry and Mille, 2000). Otro regulador de crecimiento que se ha utilizado para reducir de la floración prematura es el Etefon cuyo mecanismo de acción es el de liberar etileno en el interior de las plantas acelerando la maduración e inhibiendo la floración (Marrero, 2004; Ashraf *et al.*, 2010).

Aplicaciones de Paclobutrazol en dosis de 20 a 40 ppm han reducido la floración prematura aumentando el diámetro de bulbo en cebolla (Ashrafuzzaman *et al.*, 2009). Por otro lado, con aplicaciones de Daminozide e Hidracida Maléica en dosis de 3 000 ppm y 150 ppm respectivamente, han tenido los mismos efectos.

La aplicación de etefón en dosis de 5 000 ppm ha sido el mejor regulador de crecimiento más utilizado para reducir la floración prematura de las plantas e incrementar el tamaño de bulbo. Los resultados obtenidos por diferentes autores señalan una reducción de hasta 22% del problema (Cantliffe *et al.*, 1978; Corgan and Izquierdo, 1979; Winkler *et al.*, 1990).

Otros productos que pueden utilizarse y donde no existen trabajos de investigación previos de su efecto sobre la emisión de tallo floral en cebolla son el Trinexapac-etil el cual es un inhibidor del crecimiento y es aplicado en trigo para reducir acame y retrasar la floración del cultivo (Grijalva *et al.*, 2012). Al mismo tiempo, aplicaciones de bioestimulantes del desarrollo vegetativo como Agromil V que contiene diferentes fitohormonas y vitaminas podría ser otra alternativa. Para todos los productos el momento más adecuado para la aplicación de los productos es cuando los bulbos de la cebolla tienen un diámetro de cuello del tallo entre 0.9 y 1.6 cm (Corgan and Izquierdo, 1979).

La emisión de tallo floral es un problema que afecta la producción y calidad de la cebolla en México estimándose el daño hasta 30% el cual varía de acuerdo a las condiciones climáticas y a la fecha de siembra (Macías y Grijalva, 2005). Por tal motivo, se planteó el presente trabajo de investigación cuyo objetivo fue evaluar el efecto de seis reguladores de crecimiento sobre la emisión de tallo floral (ETF).

Mille, 2000). Another growth regulator that has been used to reduce premature flowering is the Etefon whose mechanism of action is to liberate ethylene inside plants accelerating maturation and inhibiting flowering (Marrero, 2004; Ashraf *et al.*, 2010).

Applications of Paclobutrazol at doses of 20 to 40 ppm have reduced premature flowering by increasing the diameter of bulb on onion (Ashrafuzzaman *et al.*, 2009). On the other hand, with applications of Daminozide and Hydrazide Maleic in doses of 3 000 ppm and 150 ppm respectively, they have had the same effects.

The application of ethephon at doses of 5 000 ppm has been the growth regulator most used to reduce premature flowering and increase bulb size. The results obtained by different authors indicate a reduction of up to 22% of the problem (Cantliffe *et al.*, 1978; Corgan and Izquierdo, 1979; Winkler *et al.*, 1990).

Other products that can be used and where there is no previous research on its effect on the emission of floral stalk in onion are Trinexapac-ethyl which is a growth inhibitor and is applied in wheat to reduce sugar and delay flowering (Grijalva *et al.*, 2012). At the same time, applications of vegetative growth biostimulants such as Agromil V containing different phytohormones and vitamins could be another alternative. For all products the most appropriate moment for the application of the products is when the onion bulbs have a stem neck diameter between 0.9 and 1.6 cm (Corgan and Izquierdo, 1979).

The issue of floral stalk is a problem that affects the production and quality of the onion in Mexico, estimating the damage up to 30%, which varies according to the climatic conditions and the date of planting (Macías and Grijalva, 2005). For this reason, the present work was investigated whose objective was to evaluate the effect of six growth regulators on the emission of floral stem (ETF).

## Materials and methods

### Description of the study area

The evaluation was carried out in two locations (Magdalena de Kino and Caborca, Sonora) the autumn-winter cycle 2013-2014. The Magdalena de Kino region is located at 30°

## Materiales y métodos

### Descripción del área de estudio

La evaluación se realizó en dos localidades (Magdalena de Kino y Caborca, Sonora) el ciclo otoño-invierno 2013-2014. La región de Magdalena de Kino, se localiza en las coordenadas 30° 51' 12" de latitud norte y 110° 21' 28" longitud oeste a una altitud de 884 msnm. La evaporación promedio anual de la región es de 1 493 mm, la temperatura media anual es de 19.4 °C, el mes más frío es enero con una media mensual de 1.8 °C y el mes más caliente es junio con 37.8 °C (INIFAP, 1985; Ruíz *et al.*, 2005). La región de Caborca, Sonora, se localiza en las coordenadas 30° 42' 55" de latitud norte y 112° 21' 28" longitud oeste a una altitud de 200 m. La evaporación promedio anual de la región oscila de 2 400 a 2 700 mm, la temperatura media anual es de 22 °C, el mes más frío es enero con una media mensual de 4.6 °C y el mes más caliente es julio con 40.2 °C (INIFAP, 1985; Ruíz *et al.*, 2005).

### Características del suelo

En la localidad de Magdalena, la evaluación se estableció en un suelo cuyas principales características son: textura migajón arenoso, conductividad eléctrica de 1.2 dS m<sup>-1</sup>, pH alcalino de 7.8 y un contenido de materia orgánica de 0.7. En Caborca, el suelo utilizado presentó una textura de arena migajosa, conductividad eléctrica de 2.4 dS m<sup>-1</sup>, pH alcalino de 7.7 y un contenido de materia orgánica de 0.8.

### Manejo agronómico

En ambas localidades se utilizó la variedad "White Grano". La siembra del almácigo se realizó el 4 de octubre y se trasplantó el 10 de diciembre de 2013. En la región de Caborca se sembró el 15 de septiembre y se trasplantó el 18 de noviembre. En la primera localidad, el trasplante se realizó en surcos a 0.92 m de separación con cuatro hileras de plantación (335 000 plantas ha<sup>-1</sup>) y se fertilizó con la fórmula 210N-100P-60K. En la segunda localidad, el trasplante se realizó en surcos a 1 m de separación con doble hilera de plantación (224 375 plantas ha<sup>-1</sup>) y la fertilización utilizada fue 180N-80P. En ambas localidades se utilizó el sistema de riego presurizado (goteo) a través del cual se aplicó la fertilización al cultivo.

51' 12" north latitude and 110° 21' 28" west longitude at an altitude of 884 meters above sea level. The average annual evaporation of the region is 1 493 mm, the average annual temperature is 19.4 °C, the coldest month is January with a monthly average of 1.8 °C and the hottest month is June with 37.8 °C (INIFAP, 1985; Ruíz *et al.*, 2005). The region of Caborca, Sonora, is located at 30° 42' 55" north latitude and 112° 21' 28" west longitude at an altitude of 200 m. The average annual evaporation of the region ranges from 2 400 to 2 700 mm, the average annual temperature is 22 °C, the coldest month is January with a monthly average of 4.6 °C and the warmest month is July with 40.2 °C (INIFAP, 1985; Ruíz *et al.*, 2005).

### Soil characteristics

In the locality of Magdalena, the evaluation was established in a soil whose main characteristics are: sandy crumb texture, electrical conductivity of 1.2 dS m<sup>-1</sup>, alkaline pH of 7.8 and an organic matter content of 0.7. In Caborca, the soil used presented a crumbly sand texture, electrical conductivity of 2.4 dS m<sup>-1</sup>, alkaline pH of 7.7 and an organic matter content of 0.8.

### Agronomic management

In both localities the variety "White Grain" was used. Planting of the seedlings took place on 4 October and was transplanted on 10 December 2013. In the Caborca region it was planted on 15 September and transplanted on 18 November. In the first locality, the transplant was performed in rows 0.92 m apart with four rows of plantation (335 000 plants ha<sup>-1</sup>) and fertilized with the formula 210N-100P-60K. In the second locality, the transplant was performed in furrows at 1 m separation with double row of plantation (224 375 plants ha<sup>-1</sup>) and the fertilization used was 180N-80P. In both localities the pressurized irrigation system (drip) through which the fertilization to the crop was applied was used.

In order to control weeds in both localities, a trifluralin (1 kg ha<sup>-1</sup>) was applied with a pre-transplant grafting step and two applications of oxyfluorfen (250 g ia ha<sup>-1</sup>) the first before the transplant and the second 40 days later. The only pest that was presented was Thrips (*Thrips tabaci*) and Lambda-Cyhalothrin (42 g ia ha<sup>-1</sup>) was applied for its control. The rest of the practices were performed according to the recommendations of Macías and Grijalva (2005).

Para el control de malezas en ambas localidades se realizó una aplicación de trifluralina ( $1 \text{ kg ha}^{-1}$ ) incorporada con un paso de rastra antes del trasplante y dos aplicaciones de oxifluorfen ( $250 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) la primera antes del trasplante y la segunda 40 días después. La única plaga que se presentó fue Thrips (*Thrips tabaci*) y para su control se aplicó Lamda-Cyhalotrina ( $42 \text{ g ia ha}^{-1}$ ). El resto de las prácticas se realizaron de acuerdo a lo recomendado por Macías y Grijalva (2005).

### Tratamientos evaluados

En ambas localidades se evaluaron seis tratamientos: Apogee 27.5% (Prohexadione-Ca), Cultar 25 SC (Paclobutrazol), Ethrel 240 (Etefon), Pix Plus 4.2% (Cloruro Mepiquat), Moddus 25% (Trinexapac-etil) Agromil V 77.8% y el testigo sin aplicación. Para la aplicación de los productos, primeramente, se preparó una solución madre con las concentraciones mencionadas en el Cuadro 1, posteriormente se aplicaron  $500 \text{ L ha}^{-1}$  de esta solución para cada tratamiento. La aplicación se realizó en forma foliar excepto Cultar el cual se aplicó al suelo a la base de las plantas y se incorporó con el agua de riego.

### Treatments evaluated

In both locations six treatments were evaluated: Apogee 27.5% (Prohexadione-Ca), Cultar 25 SC (Paclobutrazol), Ethrel 240 (Etefon), Pix Plus 4.2% (Chloride Mepiquat), Moddus 25% (Trinexapac-ethyl) Agromil V 77.8% and the control without application. For the application of the products, first a stock solution was prepared with the concentrations mentioned in Table 1, after which  $500 \text{ L ha}^{-1}$  of this solution was applied for each treatment. The application was done in foliar form except Cultar which was applied to the soil at the base of the plants and was incorporated with the irrigation water.

In the town of Magdalena, the quimic products were applied on March six when the crop had a plant height of 49 cm, a stem diameter at the base of the soil of 1.4 cm and seven true leaves. Whereas, in the locality of Caborca, the application was realized the 26 of February with a height of plant of 37 cm, a diameter of stem of 1.3 cm and seven true leaves. The second application of the Pix Plus and Moddus products took place on 9 and 20 March in Caborca and Magdalena respectively.

**Cuadro 1. Tratamientos evaluados para reducir la incidencia de emisión de tallo floral en cebolla (ETF) en dos localidades.**  
**Table 1. Treatments evaluated to reduce the incidence of emission of floral stalk onion (ETF) at two locations.**

Tratamiento	Nombre comercial	Nombre técnico	Dosis (ppm)	Aplicaciones	Fabricante
1	Apogee 27.5%	Prohexadione- Ca	50	1	Basaf
2	Cultar 25 SC	Paclobutrazol	10	1	Syngenta
3	Ethrel 240	Etefón	5 000	1	Bayer
4	Pix Plus 4.2%	Cloruro Mepiquat	42	2	Basaf
5	Moddus 25%	Trinexapac-etil	250	2	Syngenta
6	Agromil V 77.8%	Agromil	1 556	1	Agroensymas
7	Testigo	-	-	-	-

En la localidad de la Magdalena, los productos químicos se aplicaron el día seis de marzo cuando el cultivo tenía una altura de planta de 49 cm, un diámetro de tallo en la base del suelo de 1.4 cm y siete hojas verdaderas. Mientras que, en la localidad de Caborca, la aplicación se realizó el 26 de febrero con una altura de planta de 37 cm, un diámetro de tallo de 1.3 cm y siete hojas verdaderas. La segunda aplicación de los productos Pix Plus y Moddus se realizaron el 9 y 20 de marzo en Caborca y Magdalena respectivamente.

### Characteristics evaluated and statistical analysis

The variables evaluated were: floral stalk emission percentage, floral stalk yield loss, bulb weight, bulb diameter, yield and plant height. The experimental design was randomized blocks with four replicates. The size of the experimental plot was  $24 \text{ m}^2$  and the useful plot of  $8 \text{ m}^2$ . For the separation of means was used the Tukey test at 0.05 probability. Analysis of variance and means tests were performed using the UANL statistical package (Olivares, 1994).

## Características evaluadas y análisis estadístico

Las variables evaluadas fueron: porcentaje de emisión de tallo floral, pérdida de rendimiento por emisión de tallo floral, peso de bulbo, diámetro de bulbo, rendimiento y altura de planta. El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. El tamaño de la parcela experimental fue de 24 m<sup>2</sup> y la parcela útil de 8 m<sup>2</sup>. Para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad. Los análisis de varianza y las pruebas de medias se realizaron con el paquete estadístico UANL (Olivares, 1994).

## Resultados y discusión

### Emisión de tallo floral y pérdida de rendimiento

En la localidad de Magdalena, la cosecha se realizó el 20 de mayo, mientras que en Caborca se efectuó el 14 de mayo. La emisión de tallo floral y las pérdidas de rendimiento presentaron diferencias estadísticas ( $p \leq 0.05$ ) solamente en la región de Magdalena. En la primera localidad, se presentó una mayor variación en el porcentaje de tallos emitidos en los diferentes tratamientos. El mayor porcentaje de tallos se presentó en el testigo sin aplicación con 30.7% y la mejor respuesta en la disminución de tallo floral correspondió a la aplicación de Pix Plus y Ethrel los cuales disminuyeron este problema fisiológico hasta 10.5%. En la localidad de Caborca el porcentaje de emisión de tallo floral varió de 25.3% a 16.7% (Cuadro 2).

## Results and discussion

### Emission floral stem and performance loss

In the locality of Magdalena, the harvest was realized the 20 of May, whereas in Caborca it was carried out the 14 of May. The floral stalk emission and yield losses presented statistical differences ( $p \leq 0.05$ ) only in the Magdalena region. In the first locality, there was a greater variation in the percentage of stems emitted in the different treatments. The highest percentage of stems was presented in the control without application with 30.7% and the best response in the reduction of floral stem corresponded to the application of Pix Plus and Ethrel which decreased this physiological problem to 10.5%. In the locality of Caborca the percentage of emission of floral stem varied from 25.3% to 16.7% (Table 2).

The locality of Magdalena, is a region colder than the region of Caborca and the results obtained indicate that the application of Pix Plus and Ethrel (Figure 1) in this region can be a good alternative to reduce the problem. On the other hand, this answer coincides with the results obtained by Cantliffe *et al.* (1978); Corgan and Izquierdo (1979); Winkler *et al.* (1990), who mention that the use of Ethrel reduces the problem of premature flowering onion, contrary in the locality of Caborca, the applications of the growth regulators did not affect the ETF. In general, the floral stem emission was slightly higher in the region of Caborca than in Magdalena (21.6% versus 19.5%, respectively) (Table 2).

### Cuadro 2. Emisión de tallo floral y reducción en rendimiento por emisión de tallo floral en cebolla con la aplicación de diferentes reguladores de crecimiento.

Table 2. Emission of floral stem and reduction in yield by emission of floral stalk in onion with the application of different growth regulators.

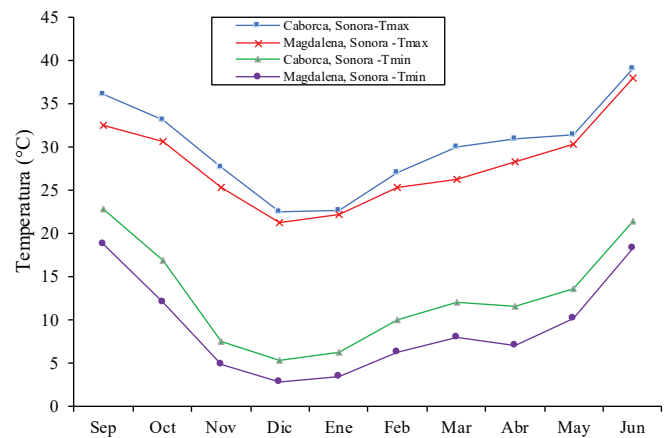
Tratamientos	Emisión de tallo floral (%)		Reducción en rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	
	Magdalena	Caborca	Magdalena	Caborca
Testigo	30.7 a <sup>z</sup>	24 a	16.1 a	14.2 a
Cultar	24.7 ab	23.8 a	13.4 a	14 a
Agromil V	23.8 ab	20.6 a	11.5 abc	12.6 a
Apogee	20.4 ab	25.3 a	9.2 bcd	13.2 a
Moddus	16.5 ab	19.6 a	15.7 a	10.9 a
Pix plus	10.5 b	16.7 a	5.3 d	8.8 a
Ethrel	10.5 b	21.3 a	5.6 cd	10.7 a
Media	19.5	21.6	10.9	12
CV	31.9	29.2	24	49.8

<sup>z</sup>= medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey 0.05).

La localidad de Magdalena, es una región más fría que la región de Caborca y los resultados obtenidos indican que la aplicación de Pix Plus y Ethrel (Figura 1) en esta región pueden ser una buena alternativa para la reducción del problema. Por otro lado, esta respuesta coincide con los resultados obtenidos por Cantliffe *et al.* (1978); Corgan and Izquierdo (1979); Winkler *et al.* (1990), quienes mencionan que el uso de Ethrel reduce el problema de floración prematura en cebolla, contrariamente en la localidad de Caborca, las aplicaciones de los reguladores de crecimiento no afectaron la ETF. En forma general, la emisión de tallo floral fue ligeramente mayor en la región de Caborca que en Magdalena (21.6% contra 19.5% respectivamente) (Cuadro2).

La cebolla requiere de temperaturas frescas a frías que coincidan con la etapa de inicio de llenado de bulbo para emitir el tallo floral, lo cual ocurre en los meses de febrero y marzo y estas condiciones de temperatura y tamaño de planta se presentaron en ambas localidades (Figura 2). Por otro lado, la temperatura en general fue menor en la región de Magdalena por lo cual posiblemente se presentó la respuesta del cultivo a la aplicación de los reguladores de crecimiento en relación a la localidad de Caborca. Asimismo, en forma general, el problema de tallo floral fue ligeramente mayor en Caborca debido que esta localidad en la etapa crítica de temperatura (febrero-marzo), el cultivo presentaba un mayor el tamaño y desarrollo de planta debido a fecha de siembra y trasplante más temprano que en Magdalena, lo cual es un condicionante para la aparición de los tallos florales.

La pérdida en rendimiento ocasionada por la emisión de tallo floral fue mayor en el testigo sin aplicación en ambas localidades con 16.1 y 14.2 t ha<sup>-1</sup> en Magdalena y Caborca respectivamente. En la primera localidad se presentaron diferencias estadísticas entre los productos aplicados, correspondiendo valores bajos a los tratamientos Ethrel y Pix Plus con 5.6 y 5.3 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, que representa una reducción en el rendimiento alrededor de un 66% con respecto a la pérdida de rendimiento en el testigo. En general, la producción afectada por la presencia de tallo floral fue de 10.9 t ha<sup>-1</sup>, que representa 17.7% de la producción promedio total cosechada por hectárea. En la segunda localidad, no se presentaron diferencias estadísticas entre los productos evaluados, pero en general, en la localidad de Caborca la reducción en producción por tallo floral fue de 12 t ha<sup>-1</sup> que en forma general representa 18.5% en pérdida de rendimiento.



**Figura 1. Temperaturas máximas y mínimas mensuales registradas en el ciclo otoño-invierno 2013-2014 en las regiones de Caborca y Magdalena, Sonora.**

**Figure 1. Maximum and minimum monthly temperatures recorded in the autumn-winter cycle 2013-2014 in the regions of Caborca and Magdalena, Sonora.**

The onion requires cool to cold temperatures that coincide with the beginning stage of bulb filling to emit the floral stem, which occurs in the months of february and march and these conditions of temperature and plant size were presented in both locations (Figure 2). On the other hand, the temperature in general was lower in the region of Magdalena whereby the crop response to the application of the growth regulators in relation to the locality of Caborca was possibly presented. In general, the problem of floral stem was slightly higher in Caborca due to the fact that in this locality in the critical stage of temperature (february-march), the crop presented a greater size and development of plant due to planting date and transplant earlier than in Magdalena, which is a condition for the appearance of floral stems.



**Figura 2. Mejores tratamientos (Ethrel y Pix Plus) para reducir la emisión de tallo floral en cebolla.**

**Figure 2. Best treatments (Ethrel and Pix Plus) to reduce the emission of floral stalk in onion.**



## Rendimiento y altura de planta

La aplicación de reguladores de crecimiento afectó estadísticamente el rendimiento ( $p \leq 0.05$ ) solamente en la región de Magdalena. El mayor rendimiento comercial fue inversamente proporcional a la emisión de tallo floral y pérdida en rendimiento. A mayor rendimiento, menor emisión de tallo floral y menor pérdida en rendimiento. Dentro de estos, la aplicación de Ethrel fue el que obtuvo la mayor producción con  $61.8 \text{ t ha}^{-1}$ , seguido por Moddus y Pix Plus con  $56.8$  y  $52.5 \text{ t ha}^{-1}$  respectivamente contra  $49.9 \text{ t ha}^{-1}$  del testigo (Cuadro 3). Al respecto, en una evaluación sobre reguladores de crecimiento en cebolla, Dios (2008) menciona que el rendimiento fue  $14.3 \text{ t ha}^{-1}$  superior con la aplicación de Pix Plus en relación al testigo.

En la región de Caborca, no se observó respuesta de los productos evaluados, variando los rendimientos de  $63.7$  a  $49.6 \text{ t ha}^{-1}$ , con un rendimiento promedio de  $52.8 \text{ t ha}^{-1}$  (Cuadro 3). Los rendimientos medios fueron muy similares en ambas regiones, debido que en Caborca, la menor densidad de plantación y la fecha de siembra más temprana produjo un mayor crecimiento y peso de bulbo, lo cual compenso la alta densidad establecida en Magdalena. En altura de planta, solo se presentaron diferencias estadísticas significativas la región de Magdalena. El testigo, presentó la mayor altura con  $77 \text{ cm}$  y las menores correspondieron a Pix Plus y Cultar con  $68 \text{ cm}$ . Lo anterior concuerda con Fallahi (1999); Evans *et al.* (1999); Terry and Mille, (2000) los cuales mencionan que los reguladores de crecimiento que inhiben la biosíntesis de giberelinas reducen el crecimiento vegetativo. En la región de Caborca, no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos en relación a la altura de planta, con una media general de  $74 \text{ cm}$  contra  $71 \text{ cm}$  en Magdalena (Cuadro 3).

## Peso de bulbo

No se detectaron diferencias estadísticas en el peso de bulbo de cebollas comerciales en ambas regiones, sin embargo, el análisis estadístico del peso de bulbo con problema de tallo floral detectó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en la región de Magdalena. El peso de bulbo comercial fue mayor  $30\%$  en la localidad de Caborca que en Magdalena (Cuadro 4), debido al mayor crecimiento del bulbo ocasionado por la menor densidad de plantación establecida. La diferencia de peso de bulbo comercial en relación al peso de bulbo con problema de tallo floral fue alrededor de  $25\%$ , debido probablemente a

The yield loss caused by the floral stalk emission was higher in the control without application in both localities with  $16.1$  and  $14.2 \text{ t ha}^{-1}$  in Magdalena and Caborca respectively. In the first locality there were statistical differences between the products applied, corresponding lower values to the Ethrel and Pix Plus treatments with  $5.6$  and  $5.3 \text{ t ha}^{-1}$  respectively, representing a reduction in the yield reduction of around  $66\%$  with respect to the yield loss in the control. In general, the production affected by the presence of floral stalk was  $10.9 \text{ t ha}^{-1}$ , representing  $17.7\%$  of the total average production harvested per hectare. In the second locality, there were no statistical differences between the evaluated products, but in general, in the locality of Caborca the reduction in production by floral stem was of  $12 \text{ t ha}^{-1}$  which in general represents  $18.5\%$  in yield loss.

## Yield and plant height

The application of growth regulators affected the yield ( $p \leq 0.05$ ) only in the Magdalena region. The higher commercial yield was inversely proportional to the floral stalk emission and yield loss. The higher yield, the lower floral stem emission and the lower yield loss. Among these, the application of Ethrel was the one that obtained the highest yield with  $61.8 \text{ t ha}^{-1}$ , followed by Moddus and Pix Plus with  $56.8$  and  $52.5 \text{ t ha}^{-1}$ , respectively, against  $49.9 \text{ t ha}^{-1}$  of the control (Table 3). In this regard, in an evaluation on onion growth regulators, Dios (2008) mentions that yield was  $14.3 \text{ t ha}^{-1}$  higher with the application of Pix Plus in relation to the control.

In the Caborca region, no response was observed for the evaluated products, with yields ranging from  $63.7$  to  $49.6 \text{ t ha}^{-1}$ , with an average yield of  $52.8 \text{ t ha}^{-1}$  (Table 3). The average yields were very similar in both regions, because in Caborca the lower planting density and the earlier planting date produced a higher growth and bulb weight, which compensated the high density established in Magdalena. At plant height, only the Magdalena region presented statistical differences. The witness, presented the highest height with  $77 \text{ cm}$  and the smaller ones corresponded to Pix Plus and Cultar with  $68 \text{ cm}$ . The above agrees with Fallahi (1999), Evans *et al.* (1999); Terry and Mille, (2000) who mention that growth regulators that inhibit gibberellin biosynthesis reduce vegetative growth. In the Caborca region, there were no statistical differences between treatments in relation to plant height, with an overall mean of  $74 \text{ cm}$  versus  $71 \text{ cm}$  in Magdalena (Table 3).

la competencia por los asimilados dentro de la planta entre los procesos de formación y llenado de bulbo en relación al desarrollo del tallo floral, perdiendo su calidad comercial debido a la estructura tubular que se forma dentro del bulbo, el cual tiende a presentar una pudrición prematura en relación al resto del mismo en la etapa de poscosecha (Figura 3).

**Cuadro 3. Rendimiento comercial y altura de planta en cebolla con la aplicación de diferentes reguladores de crecimiento.**

**Table 3. Commercial yield and plant height in onion with the application of different growth regulators.**

Tratamientos	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )		Altura de planta (cm)	
	Magdalena	Caborca	Magdalena	Caborca
Ethrel	61.8 a <sup>z</sup>	49.6 a	70 ab	73 a
Moddus	56.8 ab	63.7 a	72 ab	74 a
Pix plus	52.5 abc	50 a	68 b	72 a
Testigo	49.9 abc	53.2 a	77 a	75 a
Agromil V	48.4 bc	46.3 a	72 ab	74 a
Apogee	42.5 c	54.1 a	69 b	73 a
Cultar	42.2 c	53.1 a	68 b	73 a
Media	50.5	52.8	71	73
CV	10.7	17.6	4.3	5.4

<sup>z</sup>= medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey 0.05).



**Figura 3. Daño de la emisión de tallo floral en cebolla.**  
**Figure 3. Damage of floral stem emission on onion.**

**Diámetro de bulbo**

En la localidad de Magdalena, se presentaron diferencias estadísticas tanto en el diámetro ecuatorial como en el transversal entre los tratamientos evaluados, mientras que la localidad de Caborca, el análisis estadístico no detectó diferencias en ninguno de los dos diámetros (Cuadro 5). En Magdalena, el diámetro ecuatorial varío de 8.2 cm a 7.9 cm;

**Bulb weight**

No statistical differences were detected in bulb weight of commercial onions in both regions; however, the statistical analysis of bulb weight with floral stem problem detected significant differences among treatments evaluated in the Magdalena region. The commercial bulb weight was higher by 30% in the locality of Caborca than in Magdalena (Table 4), due to the greater growth of the bulb caused by the lower planting density established. The commercial bulb weight difference in relation to bulb weight with floral stem problem was around 25%, probably due to competition for assimilates within the plant between the bulb formation and filling processes in relation to the development of the bulb floral stem, losing its commercial quality due to the tubular structure that forms inside the bulb, which tends to present a premature decay in relation to the rest of the same in the postharvest stage (Figure 3).

**Cuadro 4. Peso de bulbo comercial y con emisión de tallo floral de cebolla con la aplicación de diferentes reguladores de crecimiento en dos localidades.**

**Table 4. Commercial bulb weight and with onion floral stem emission with the application of different growth regulators in two localities.**

Tratamientos	Bulbo comercial (g)		Bulbo con tallo (g)	
	Magdalena	Caborca	Magdalena	Caborca
Testigo	226 a <sup>z</sup>	303 a	189 ab	239 a
Moddus	223 a	344 a	175 abc	249 a
Ethrel	214 a	286 a	198 a	212 a
Agromil V	212 a	287 a	149 abc	261 a
Cultar	203 a	319 a	146 abc	249 a
Pix plus	203 a	304 a	143 bc	188 a
Apogee	191 a	306 a	121 c	202 a
Media	210	307	160	228
CV	11.1	20.3	14.4	27

<sup>z</sup>= medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey 0.05).

**Diameter of bulb**

In the locality of Magdalena, statistical differences were presented in both the equatorial and transverse diameters between the evaluated treatments, whereas the locality of Caborca, the statistical analysis did not detect differences in any of the two diameters (Table 5). In Magdalena, the equatorial diameter varied from 8.2 cm to 7.9 cm; while

mientras en Caborca, la variación fue de 8.4 cm a 7.8 cm. En las dos localidades, el diámetro ecuatorial fue 8% mayor que el transversal (bulbo ligeramente achatado).

## Conclusiones

Los mejores reguladores de crecimiento para reducir la ETF fueron Pix Plus y Ethrel, pero solamente hubo respuesta en la localidad Magdalena.

La respuesta de los reguladores de crecimiento sobre la ETF es influenciada por las temperaturas que se presentan a partir del crecimiento y desarrollo del bulbo.

## Literatura citada

- Ashrafuzzaman, M.; Nasrul, M. M.; Razi, M. I.; Uddin, M. K.; Shahidullant, S. M. and Meon, S. 2009. Paclobutrazol and bulb size effect on onion seed production. *Int. J. Agric. Biol.* 11(3): 245-250.
- Ashraf, M.; Akram, N. A.; R. N. Arteca, R. N. and Foolad, M. R. 2010. The physiological biochemical and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant processes and salt tolerancy. *Crit. Rev. Plant. Sci.* 29(3):162-190.
- Cantliffe, D. J. and Woods, F. E. 1978. Induction of bulbing and retardation of flower stalk development in onion by ethephon, Abdel-Rahman, M. (Ed.). *Proc. 5<sup>th</sup> annual meeting of plant growth regulator working group, Blacks-burg, Va.* 25-29 June. 179 p.
- Corgan, J. J. and Izquierdo, J. 1979. Bolting control by ethephon in fall planted short-day onion. *J. American. Society. Hortic. Sci.* 104:387-388.
- Dios, E. M. 2008. Efecto de tres fito-reguladores de crecimiento en el cultivo de cebolla *Allium cepa* variedad Texas Granex 438 en el Valle de Tumbes Perú. *Artículos Técnicos.* www.engormix.com/articles\_view.aspx?id=2320.
- Evans, J. R.; Evans, R. R.; Regusci, C. L. and Rademacher, W. 1999. Mode of action, metabolism and uptake of BAS 125W prohexadione-calcium. *HortSci.* 34(7):1200-1201.
- Fallahi, E. 1999. Metabolism, action and use of BAS-125W in apples. *HortSci.* 34(7):1192-1193.
- Grijalva, C. R. L.; Macías D. R.; Martínez, D. G.; Robles, C. F. and Núñez, R. F. 2012. Effects of Trinexapac-etil on different wheat varieties under desert conditions of Mexico. *Agric. Sci.* 3(5):658-662.
- Guiñazú, M. E. 1996. Factores de manejo que afectan la floración en cultivos de cebolla (*Allium cepa* L.) Edición on-line. Facultad de Ciencias. *Avances en Horticultura.* 1(1):1-9.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 1985. Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del Campo Experimental Región de Caborca. Caborca, Sonora, México. 10 p.

in Caborca, the variation was 8.4 cm to 7.8 cm. In both localities, the equatorial diameter was 8% greater than the transverse (slightly flattened bulb).

## Cuadro 5. Diámetro de bulbo ecuatorial y transversal en cebolla con la aplicación de diferentes reguladores de crecimiento en dos localidades.

**Table 5. Diameter of equatorial and transverse bulb in onion with the application of different growth regulators in two localities.**

Tratamientos	Diámetro ecuatorial (cm)		Diámetro transversal (cm)	
	Magdalena	Caborca	Magdalena	Caborca
Ethrel	8.2 a <sup>z</sup>	8.3 a	7.4 bc	7.3 a
Moddus	8.1 ab	8.3 a	7.5 b	7.8 a
Cultar	8.1 ab	8.2 a	7.9 a	7.6 a
Testigo	8 ab	8.2 a	7.3 bc	7.6 a
Agromil V	8 ab	8.4 a	7.4 bc	7.8 a
Pix plus	8 ab	7.8 a	7.1 c	7.6 a
Apogee	7.9 b	8.4 a	7.1 c	7.6 a
Media	8	8.2	7.3	7.6
CV	1.7	4.8	2	4.6

<sup>z</sup>= medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey 0.05).

## Conclusions

The best growth regulators to reduce ETF were Pix Plus and Ethrel, but there was only response in the town of Magdalena.

The growth regulators' response to the ETF is influenced by the temperatures that arise from the growth and development of the bulb.

*End of the English version*



- Lujan, F. M. 1991. Técnicas para la producción de cebolla en la región de Delicias, Chihuahua. Folleto para Productores Núm. 5. INIFAP-CIFAP-CEDEL. 10-12 pp.
- Macías, D. R. y Grijalva, C. R. L. 2005. Tecnología de producción de hortalizas, frutales y forrajes en la región de Magdalena de Kino, Sonora. *Publicación Técnica Núm. 8.* INIFAP-CIRNO-CECAB. 9 p.

- Marrero, P.; Peralta, H.; Pérez, Barroto, J. S. y Blanco, M. A. 2004. Efecto de las aplicaciones exógenas de ethrel 480 sobre la anatomía del tallo, en cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp. Híbrada). *Caña de azúcar*. 22(2):5-18.
- Olivares, S. E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, NL. México.
- Ruíz, C. J. A.; Medina, G. G.; Grageda, G. J.; Silva, S. M. M. y Díaz, P. G. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Sonora. (Periodo 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. INIFAP-CIRNO-SAGARPA. 92-93 pp.
- Sarly, A. E. 1958. Horticultura. Editorial Acme, SACI. Buenos Aires, Argentina. 93-105 pp.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. Cierre de la producción agrícola por estado. <http://www.siap.gob.mx>.
- Terry, W. S. and Mille, S. W. 2000. Growth retardants affect growth and flowering of scaevola. *Hort. Sci.* 35(1):36-38.
- Valadez, L. A. 1989. Producción de hortalizas. Primera edición. Editorial Limusa. 25 p.
- Voss, E. R. 1979. Onion production in California. Publication 4097. Cooperative Extension. University of California, Davis. 6-8 pp.
- Winkler, J. R.; Seoane, A. P. and Lara, P. F. R. 1990. Utilization of the growth regulator Flordimex in different economic crops in Cuba. 25 años de colaboración científico-técnica-Cuba-RDA-1965-1990. 22-26 pp.