

EFFECTIVIDAD DE DIVERSAS DOSIS Y METODOS DE APLICACION DEL ACIDO GIBERELICO EN LA INDUCCION DE PARTENOCARPIA Y EN EL CRECIMIENTO DEL FRUTO DE TUNA (*OPUNTIA FICUS INDICA*, MILL)¹⁻²

EFFECTIVENESS OF DOSAGES AND METHODS OF GIBBERELIC ACID APPLICATION TO INDUCE PARTHENO-CARPY AND STIMULATE FRUIT GROWTH IN THE PRICKLY PEAR

FERNANDO DIAZ Z. y GONZALO GIL S.

Departamento de Frutales y Viñas, Universidad Católica de Chile

SUMMARY

A study was carried out to induce parthenocarpy and regulate fruit growth in prickly pear in Pudahuel, Metropolitan Area. It consisted of three experiments with different objectives.

In the first experiment the aim was to evaluate the effect of gibberellic acid sprays on emasculated flowers. Parthenocarpic fruits of normal size were obtained with one bloom spray at 500 ppm or with three sprays at 100 ppm at anthesis, 22 and 42 days after anthesis (DDA). The largest fruits were obtained by spraying GA₃ at 500 ppm three times.

The second experiment was done to compare a few methods of GA₃ application. Lanolin containing 1% GA₃ gave excellent results on fruit size and endocarp development. Injections into the ovary cavity were also positive and very efficient since only 1 cc of a 50 ppm GA₃ solution was sufficient to stimulate fruit set and sustain normal growth.

All parthenocarpic fruits contained false seeds at maturity: they consisted only of ovule integuments which were also stimulated to grow by GA₃.

The third experiment was designed to study the effect of GA₃ sprays on flowers before anthesis or on developing seeded fruits. It was not possible to induce absolute parthenocarpy without emasculation, although the number of seeds was reduced by the preanthesis spray. Those prickly pears which had set freely contained few seeds (natural deficit) and when they were sprayed with GA₃ 22 and 42 DDA grew to a significant larger size.

Gibberellic acid produced, generally, fruit elongation and a reduction of soluble solids content. The later sprays (42 DDA) slowed down the degradation of green color in parthenocarpic fruits.

INTRODUCCION

La fisiología de la cuaja y crecimiento del fruto de tuna ha recibido muy poca atención y por ello el departamento de Frutales y Viñas de la Escuela de Agronomía de la Universidad Católica de Chile ha iniciado en

1975 un programa en esa área. El primer trabajo publicado (Gil, Morales y Momberg, 1977), demostró que no existe partenocarpia vegetativa y que el ácido giberélico (AG₃) en aspersión es capaz de sustituir al polen en la cuaja en dosis de 50 y 100 ppm y parcialmente, a las semillas en el desarrollo posterior del

¹Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile con el N° 156/78. Fecha de recepción: 23 de mayo de 1978.

²Este trabajo forma parte de los requisitos del primer autor para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

fruto, ya que éstos no alcanzaron un tamaño normal y el endocarpio carnoso no se desarrolló completamente.

Estas indicaciones de la insuficiencia de las dosis o el número de aspersiones motivó la investigación de la dosis máxima eficiente y tolerable, cuyo resultado se presenta ahora.

Por otra parte, debido a que las dosis de 50 y 100 ppm son activas en otras especies (Weaver, 1976) y a que la tuna posee una cubierta coriácea, Gil *et al.* (1977) propusieron la existencia de una ineficiente absorción de la solución de AG_3 , sin descartar la posibilidad de que el endocarpio fuera poco sensible al AG_3 . La investigación de este aspecto constituyó otro objetivo del presente trabajo, pues existe información respecto a la efectividad de otros métodos de aplicación del AG_3 en manzanas tales como inyecciones (Grochowska, 1968) y contacto con lanolina (Davison, 1960).

Otro aspecto interesante encontrado por Gil *et al.* (1977), fue la respuesta en crecimiento al AG_3 de los frutos semillados; además, la partenocarpia se obtuvo solamente previa emasculación. Es por ello que se indagó sobre el empleo de altas dosis en frutos semillados y, sobre el efecto, del AG_3 en la cuaja al ser aplicado antes de la antesis sin evitar posteriormente la polinización.

MATERIALES Y METODOS

Todo el trabajo experimental se realizó en un tunal de la parcela 62 de Pudahuel, Area Metropolitana entre octubre de 1975 (época de floración) y febrero de 1976 (época de cosecha). Cada uno de los tres objetivos planteados originó un ensayo independiente, en bloques al azar con cinco repeticiones. Se tomó como unidad experimental o bloque una planta y en ella se asignó una paleta con 10 flores o frutos uniformes a cada tratamiento.

EFFECTO DE ASPERSIONES CON AG_3 EN FLORES EMASCULADAS

La emasculación consistió en cortar con tijera los sépalos, pétalos, estambres y parte del estilo, eliminándose el estigma, 15 días antes de la antesis (DAA).

Excepto un testigo emasculado, sin otro tratamiento, todas las flores emasculadas recibieron en el momento de la antesis (A) una aspersión de giberelato de potasio (KAG_3) con

un agente humectante (Regulaid) dando dosis equivalentes de ácido giberélico (AG_3) ya sea de 50, 100, 500 o de 1.000 partes por millón (ppm). Una mitad de cada uno de estos tratamientos recibió dos aspersiones adicionales con las mismas dosis, a los 22 y 42 días después de la antesis (DDA). Se mantuvo, además, un testigo absoluto de polinización libre sin emasculación y sin AG_3 , el cual representó la condición natural.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE APLICACIÓN DEL AG_3

Todos los tratamientos con AG_3 se efectuaron en flores emasculadas. Un método consistió en la aplicación de una pasta de lanolina con AG_3 al 1% durante la antesis a todo el sector de emasculación de la flor, la cual fue renovada 24 DDA. Otro método consistió en la inyección al ovario de 1 cc de soluciones de AG_3 en concentraciones de 1, 10 y 50 ppm en el momento de la antesis y 22 DDA. Los resultados obtenidos con estos tratamientos se compararon con los de la aspersión de AG_3 a 100 ppm, tres veces (A, 22 y 42 DDA).

EFFECTO DEL AG_3 EN BOTONES FLORALES Y EN FRUTOS SEMILLADOS

El AG_3 se usó en dosis de 100 y de 500 ppm, aplicándose en forma de aspersión a: 1) botones florales, 15 días antes de la antesis (DDA), los cuales posteriormente se abrieron y expusieron libremente a la polinización, y 2) frutos cuajados (semillados); ya sea una sola vez (22 DDA) o dos veces (22 y 42 DDA).

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

La cosecha de frutos se efectuó a mediados de febrero determinándose en ellos, para cada tratamiento, el número (porcentaje de cuaja), el peso unitario de los frutos, el color externo (Gil *et al.*, 1977), la relación entre diámetro y longitud (forma), la proporción comestible del fruto y su contenido de sólidos solubles. Los resultados así obtenidos se sometieron a análisis de varianza y al test de diferencias mínimas significativas (DMS).

Se hizo, además, una evaluación de la presencia de semillas, verdaderas y falsas.

RESULTADOS Y DISCUSION

EFECTO DE ASPERSIONES CON AG_3 EN FLORES EMASCULADAS

Se comprobó una vez más que en condiciones naturales se produce un 100% de cuaja de tunas y que no existe partenocarpia vegetativa al evitarse la fecundación por emasculación (cuadro 1). El porcentaje de cuaja asignado al testigo emasculado (20,8%) representa más bien a las estructuras florales que a la fecha de cosecha no se habían descompuesto, e incluso, mostraron algún crecimiento, pero que no eran propiamente frutos ya que no presentaron desarrollo del endocarpio.

Todos los tratamientos con AG_3 estimularon el crecimiento partenocárpico del fruto, existiendo relación entre concentración y número de las aspersiones. Al hacer una sola aspersión floral fue necesaria una dosis mínima de 500 ppm para obtener fruta de tamaño normal mientras que con tres aspersiones, cada una en diferentes etapas del desarrollo del fruto, se consiguió el mismo resultado con 100 ppm. El peso de los frutos aumentó significativamente al hacer tres aspersiones con 500 ppm. En general, pues, las dosis altas y las repeticiones de tratamientos produjeron los mejores resultados sin causar ningún daño aparente.

Por otra parte, el endocarpio comestible también fue estimulado por el AG_3 . Sin embargo, este estímulo no fue suficiente, en la mayoría de los casos, para que la proporción comestible, tanto en longitud como diámetro, resultara igual al testigo. Únicamente una aspersión floral con 1000 ppm de AG_3 logró ese objetivo en el aspecto longitud y se acercó mucho en diámetro. La mayor dificultad del desarrollo diametral es explicable por la naturaleza de los frutos. Todos los frutos obtenidos como consecuencia de tratamientos con AG_3 fueron partenocárpicos, pues no se desarrolló semilla; sin embargo, existió crecimiento ovular y endurecimiento de sus integumentos lo que originó la presencia de pepas vacías de reducido tamaño. La ausencia de semillas más voluminosas explica la disminución del diámetro comestible de la tuna partenocárpica, lo cual, a su vez, no significa disminución de tejido comestible real, Gil *et al.* (1977), habían señalado que con dosis de hasta 100 ppm sólo se obtenía un endocarpio caroso equivalente a 80% del testigo, aun cuando externamente los frutos eran normales, y pensaron que ese tejido era poco sensible al AG_3 o que la

aspersión no producía un estímulo tan notorio por dificultad de absorción. Los resultados aquí presentados aportan un antecedente a la segunda idea, por cuanto con dosis más altas (500 y 1000 ppm) la proporción diametral de parte comestible fluctuó entre 82% y 90%.

La forma de la fruta se vio modificada por el AG_3 , tanto internamente (endocarpio) como externamente. El resultado apreciable fue una forma alargada, dada en el cuadro 1 como proporción entre diámetro y longitud, cuyo principal componente fue un aumento en longitud por mayor desarrollo de la base de inserción en la paleta o tallo. Este efecto de las giberelinas es muy típico y ha sido observado en numerosas frutas (Christodoulou *et al.*, 1968); Westwood y Bjornstod, 1968; Gil, Griggs y Martin, 1972).

La madurez se vio afectada por algunos tratamientos (cuadro 2). El AG_3 no alteró el color con ninguna dosis al ser aplicado solamente a la flor. Pero al aplicarlo en dosis altas (500 y 1000 ppm) dos veces a frutos en desarrollo retrasó la aparición del color de madurez. El contenido de sólidos solubles, en general, se redujo con respecto al testigo, excepto en los tratamientos de 500 y 1000 ppm en antesis. De estos datos se desprende que el AG_3 retrasa la acumulación de sólidos solubles al ser aplicados a frutos en desarrollo (tres aspersiones) y no afecta al ser aplicado a flores; en este último caso el menor contenido de sólidos solubles de las dosis bajas (50 y 100 ppm) reflejaría tan sólo el hecho del atraso general del desarrollo del fruto, también indicado por su menor tamaño. De hecho, Gil *et al.* (1977) obtuvieron resultados similares, en que al repetir aplicaciones, el contenido de sólidos solubles se reducía, lo que, además, coincide con lo encontrado en otras especies (Lavín y Valenzuela, 1975; Sepúlveda y Valenzuela, 1974; Weaver, 1976).

En consecuencia, el AG_3 en forma de aspersión reemplaza al polen, para inducir la cuaja cualquiera sea su dosis. El estímulo de una sola aplicación, a su vez reemplaza el rol de la semilla solamente si la dosis es alta (1000 ppm) y en caso de cuaja por dosis inferiores se requiere de aspersiones durante el período de crecimiento del fruto para reemplazar el efecto de las semillas, cuya presencia es imprescindible en la tuna (Gil *et al.*, 1977). Observaciones aisladas del efecto de una cuarta aplicación (realizada 77 DDA) indicaron un claro efecto estimulador en el desarrollo con

CUADRO 2

EFECTO DE DIFERENTES DOSIS Y NUMERO DE ASPERSIONES DE ACIDO GIBERELICO SOBRE EL COLOR Y SOLIDOS SOLUBLES DE FRUTOS DE TUNA

Effect of dosages and number of sprays of gibberellic acid on color and soluble solids of prickly pear fruits

Tratamiento Treatment	Color Color 1 - 4 ²	Sólidos solubles Soluble solids %
1. Testigo (condiciones naturales)	1,77 ab ³	13,84 a
2. Testigo emasculado		
3. Emasculado + AG ₃ 50 ppm 1 aspers. ¹	1,94 a	11,40 d
4. Emasculado + AG ₃ 100 ppm 1 aspers.	1,96 a	11,72 cd
5. Emasculado + AG ₃ 500 ppm 1 aspers.	2,07 a	12,84 abc
6. Emasculado + AG ₃ 1000 ppm 1 aspers.	2,08 a	13,28 ab
7. Emasculado + AG ₃ 50 ppm 3 aspers.	1,89 ab	12,28 bcd
8. Emasculado + AG ₃ 100 ppm 3 aspers.	1,98 a	11,56 cd
9. Emasculado + AG ₃ 500 ppm 3 aspers.	1,57 bc	12,40 bc
10. Emasculado + AG ₃ 1000 ppm 3 aspers.	1,37 c	11,88 cd

¹ Aspersiones AG₃ / Sprays: 1 (en antesis); 3 (en antesis, 22 DDA y 42 DDA) / 1 (at anthesis); 3 (at anthesis, 22 and 42 days thereafter).

² Color: 1 = verde; 2 = verde amarillento; 3 = amarillo; 4 = anaranjado.
green yellowish green yellow light orange

³ Todos los promedios de una columna seguidos de diferente letra son diferentes al 5%.

Values within a column followed by different letter are different at 5%.

cualquier dosis, desde 100 a 1000 ppm, cuyos frutos alcanzaron un peso de hasta 119,67 gr, 13% superior al testigo semillado. Esto señala que hay períodos bien precisos de la curva de crecimiento del fruto en los cuales influye el AG₃ y que, al ubicarlos, podría disminuirse el número de aplicaciones.

EFECTIVIDAD DE LOS MÉTODOS DE APLICACIÓN DEL AG₃

El AG₃, en cualquier forma y dosis que fue usado, produjo la cuaja de la totalidad de flores tratadas, existiendo algunas diferencias en el peso alcanzado por los frutos (cuadro 3).

Al inyectar 1 cc de solución fue necesaria una concentración de AG₃ de 10 ppm para que los frutos de tuna llegasen a un peso total semejante a los testigos, pero sin igualar el tamaño de su parte comestible. Estos efectos fueron exactamente iguales a los causados por tres aspersiones de AG₃ a una concentración de 100 ppm. La inyección de la solución más concentrada (50 ppm) no aumentó significativamente el peso, pero el resultado obtenido y la mayor proporción de tejido comestible

en diámetro (0,68 vs. 0,61) que produjo, muy cerca del testigo en cuanto a longitud, señalan su mayor eficacia.

El conjunto de resultados morfológicos señala que la aplicación de una pasta de lanolina con AG₃ al 1% es el tratamiento más efectivo de los efectuados en este trabajo. En cuanto a peso total de frutos, superó netamente el efecto de la aspersión y fue el único tratamiento que estimuló el desarrollo de la parte comestible en el sentido longitudinal a un nivel que no difirió significativamente del testigo.

Todo lo expuesto corrobora la idea de Gil *et al.* (1977) de que la tuna absorbería y transportaría al endocarpio muy ineficientemente el AG₃ aplicado en forma de aspersión. En efecto, en la sección anterior se demostró que las aspersiones debían realizarse con altísimas concentraciones (500 ppm) para provocar un buen estímulo. Esto, sumado al buen resultado obtenido con la vía no acuosa (lanolina), de contacto prolongado, y con las inyecciones directas al ovario de soluciones de muy baja concentración, apunta en esa dirección. En este sentido puede afirmarse que el método más eficiente ha sido la inyección a juzgar por

el gran efecto causado con la menor cantidad absoluta de AG_3 aplicado.

La madurez se vio afectada en la misma forma que en el ensayo de aspersiones (cuadro 3). Así, el color no sufrió variaciones apreciables, cosa que ya se había observado en los casos de bajas dosis. El color verde dado por la clorofila se encuentra principalmente en el tejido exterior de la cáscara y su persistencia sólo ocurre cuando se trata esa zona (aspersión), con elevadas dosis aplicadas cerca del período de maduración.

EFECTO DEL AG_3 EN BOTONES FLORALES Y EN FRUTOS SEMILLADOS

Los resultados de este trabajo se detallan en el cuadro 4. Se observó una tendencia a aumentar el peso de los frutos con los tratamientos de AG_3 después de la cuaja natural, pero ese incremento fue significativo solamente cuando se aplicó en dosis de 500 ppm dos veces, 22 y 42 DDA. Como las giberelinas exógenas no influyen en el crecimiento de frutos con número normal de semillas (Weaver y McCune, 1959 a, b) y su efecto estimulante es proporcional a la carencia de semillas (Lavee, 1960), y debido a que existe una estrecha relación entre número de semillas y peso final (Nitsch, 1950; Visser, 1955), este resultado indica que hay un déficit de semillas en la tuna. Esta idea se vio corroborada al hacer un recuento en frutos testigo, en los cuales se encontró que un 64,5% de las pepas eran falsas semillas, pues estaban constituidas solamente por integumentos sin embrión ni endosperma, idénticas a las de frutos partenocármicos por efecto de AG_3 . En consecuencia, el fruto de tuna posee un tamaño potencial mayor que el que se está obteniendo en la agricultura. Aquí cabe el interrogante si el déficit se debe a una polinización inadecuada y si, por lo tanto, se podría subsanar mejorando este aspecto.

Los frutos provenientes de flores tratadas con AG_3 antes de la antesis no mostraron diferencias de peso con los testigos. Sin embargo, se obtuvo mayor tamaño con 500 ppm de AG_3 que con 100 ppm. El tratamiento prefloral con AG_3 no alteró la cantidad de semillas, pero en una alta proporción eran semillas con sus embriones muertos o con una coloración anormal; justamente su empleo en esta etapa se hizo con la idea de provocar parte-

nocarpia sin necesidad de recurrir a la emasculación para evitar la fecundación, cosa que sólo se logró en parte. En estas condiciones, 100 ppm una sola vez no es suficiente para sustituir completamente las ausencias y sostener el crecimiento, cosa que 500 ppm hace en forma significativa.

En lo que a forma de la fruta se refiere, se notó nuevamente una tendencia al alargamiento por el uso de AG_3 , muy especialmente con dosis altas. La parte comestible respondió en desarrollo igual que el fruto total ya que ningún tratamiento cambió significativamente la proporción comestible, ni siquiera en diámetro, posiblemente debido a la colaboración de las semillas presentes.

Todos los tratamientos con AG_3 redujeron el contenido de sólidos solubles, pero no cambiaron el color de la piel. Es decir, ocurrió algo muy similar a los demás ensayos ya que sólo hubo alteraciones con dosis muy altas (1000 ppm) o con otras altas (500 ppm), pero usadas tres veces.

CONCLUSIONES

Los resultados hasta ahora obtenidos permiten concluir que:

Es posible obtener frutos de tuna partenocármicos de tamaño normal con una aspersión floral en antesis con AG_3 en dosis de 500 ppm o con tres (antesis 22 y 42 DDA) de 100 ppm, o de mayor tamaño si se aplica tres veces la dosis de 500 ppm.

La aplicación de AG_3 en pasta de lanolina da excelentes resultados y la dosis de 1% empleada produjo el mayor efecto de los tratamientos comparados.

La inyección al ovario da también buen resultado y fue considerado el método más eficiente, porque bastó 1 cc de AG_3 a 50 ppm para obtener frutos partenocármicos normales.

La tuna presenta un déficit natural de semilla, que le resta tamaño potencial, y se obtiene un fruto de más peso al asperjar AG_3 en dosis de 500 ppm dos veces, 22 y 42 DDA.

Los frutos partenocármicos resultan, en general, con menor parte comestible en diámetro y con falsas semillas (integumentos ovulares).

El AG_3 , en general, produce alargamiento de frutos y disminución de sólidos solubles.

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre cuaja y desarrollo de frutos de tuna en Pudahuel, Area Metropolitana, dividido en tres partes de diferente objetivo.

En el primer trabajo se estudió el efecto de aspersiones de ácido giberélico (AG_3) sobre flores emasculadas. Se logró obtener frutos partenocárpicos de tamaño normal con una aspersión en antesis de AG_3 en dosis de 500 ppm o con tres aspersiones de 100 ppm en antesis, 22 y 42 días después de la antesis (DDA). Mayor tamaño aun resultó con dosis de 500 ppm en esas tres épocas.

En el segundo trabajo se compararon algunos métodos de aplicación del AG_3 . La pasta de lanolina con 1% de AG_3 dio excelente resultado en el tamaño final y en el desarrollo del endocarpio. La inyección a la cavidad ovárica fue también un método positivo y muy eficiente porque bastó 1 cc de AG_3 para estimular un crecimiento normal.

Los frutos partenocárpicos resultaron siempre con falsas semillas formadas por integumentos ovulares desarrollados.

En la tercera parte se estudió el efecto de aspersiones de AG_3 en flores antes de la antesis y en frutos semillados en desarrollo. No se logró cuaja absolutamente partenocárpica sin emasculación, aunque se redujo el número de semillas con el AG_3 preantesis. Las tunas cuajadas libremente contenían pocas semillas (déficit natural) y cuando recibieron AG_3 en dosis de 500 ppm a los 22 y 42 DDA crecieron significativamente más.

El AG_3 produjo, en general, alargamiento de frutos y disminución de los sólidos solubles. Retrasó, además, la degradación del color superficial cuando se asperjó frutos partenocárpicos 42 DDA.

LITERATURA CITADA

- CHRISTODOULOU, A.; R. J. WEAVER y R. M. POOL, 1968. Relation of gibberellin treatment to fruit-set, berry development, and cluster compactness in *Vitis vinifera* grapes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92: 301-310.
- DAVISON, R. M., 1960. Fruit-Setting of apples using gibberellic acid. Nature. 188: 681-682.
- GIL, G. F.; W. H. GRIGGS y G. C. MARTIN, 1972. Gibberellin induced parthenocarp in Winter Nelis pear. Hort Science 7: 559-561.
- ; M. MORALES y A. MOMBERG, 1977. Cuaja y desarrollo del fruto de la tuna (*Opuntia ficus indica*, Mill) y su relación con polinización y con los ácidos giberélico y cloroetilfosfónico. Cienc. e Inv. Agr. 4: 163-169.
- GROCHOWSKA, M. J., 1968. Translocation of indole 3 - acetic acid - 2 - ^{14}C injected into seeds of 5 week-old apple fruits. Bul. Acad. Polon. Sci. 9: 577-580.
- LAVEE, S., 1960. Effect of gibberellic acid on seeded grapes. Nature. 185: 395.
- LAVÍN, A. y J. VALENZUELA, 1975. Efecto de dosis de ácido giberélico sobre producción y algunas características del fruto de la vid (*Vitis vinifera*, L.) cultivar Moscatel Rosada. Agric. Tecn. (Chile) 35: 85-88.
- NITSCH, J. P., 1950. Growth and morphogenesis of the Strawberry as related to auxin. Amer. J. Bot. 37: 211.
- SEPÚLVEDA, G. y J. VALENZUELA, 1974. Efecto del ácido giberélico en la producción de vid (*Vitis vinifera*, L.) Cultivar Moscatel Rosada. Agric. Tecn. (Chile) 34: 221-226.
- VISSER, T., 1955. Mededel. Directeur Tuinbouw. 16: 809.
- WEAVER, R. J., 1976. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. AID. Ed. Trillas México. 662 pp.
- y S. B. MC CUNE, 1959 a. Response of certain varieties of *Vitis vinifera* to gibberellin. Hilgardia 28: 297-350.
- y —————, 1959 b. Effect of gibberellins on seedless *Vitis vinifera*. Hilgardia 29: 247-275.
- WESTWOOD, M. N. y H. O. BJORNSTOD, 1968. Effects of gibberellin A_3 on fruit shape and subsequent seed dormancy. Hort-Science 3: 19-20.

CUADRO 1

EFEECTO DE DIFERENTES DOSIS Y NUMERO DE ASPERSIONES DE ACIDO GIBERELICO SOBRE LA CUAJA Y CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DEL FRUTO DE TUNA

Effect of dosages and number of sprays of gibberellic acid on the set and morphological characteristics of the prickly pear fruit

Tratamiento Treatment	Cuaja Set %	Peso Weight g/fruto	Forma Shape		Proporción comestible / Total Ratio edible / Total	
			diam. tot. long. tot.	diam. com. long. com.	long	diam.
1. Testigo (condiciones naturales)	100	105,74 abc ²	0,63 a	0,76 a	0,63 a	0,77 a
2. Testigo emasculado	20,8	40,32 f	—	—	—	—
3. Emasculado + AG ₃ 50 ppm 1 aspers. ¹	100	67,45 e	0,56 b	0,65 bc	0,47 d	0,53 d
4. Emasculado + AG ₃ 100 ppm 1 aspers.	100	72,37 e	0,57 b	0,67 bc	0,51 cd	0,61 c
5. Emasculado + AG ₃ 500 ppm 1 aspers.	100	91,27 cd	0,57 b	0,64 c	0,54 bc	0,64 bc
6. Emasculado + AG ₃ 1000 ppm 1 aspers.	100	106,15 abc	0,62 a	0,72 ab	0,60 ab	0,69 b
7. Emasculado + AG ₃ 50 ppm 3 aspers.	100	76,69 de	0,58 b	0,66 bc	0,51 cd	0,58 cd
8. Emasculado + AG ₃ 100 ppm 3 aspers.	100	91,37 bcd	0,56 b	0,67 bc	0,51 cd	0,60 c
9. Emasculado + AG ₃ 500 ppm 3 aspers.	100	110,95 a	0,58 b	0,66 bc	0,53 cd	0,61 c
10. Emasculado + AG ₃ 1000 ppm 3 aspers.	100	108,63 ab	0,56 b	0,67 bc	0,50 cd	0,63 bc

¹ Aspersiones AG₃ / Sprays: 1 (en antesis) / (at anthesis)
3 (en antesis, 22 DDA y 42 DDA) / (at anthesis, 22 and 42 days thereafter).

² Todos los promedios de una columna seguidos de diferente letra son diferentes al 5%.

Values within a column followed by different letter are different at 5%.

CUADRO 3

EFECTIVIDAD DE DIFERENTES METODOS DE APLICACION DEL ACIDO GIBERELICO PARA INDUCIR CUAJA Y DESARROLLO DEL FRUTO DE TUNA

Effectiveness of methods of application of gibberellic acid to induce set and development of prickly pear

Tratamiento Treatment	Cuaja Set %	Peso Weight g/fruto	Forma Shape		Proporción comestible / total Ratio edible / total		Color Color 1 - 4 ⁵	Sólidos solubles Soluble solids %
			diam. tot. long. tot.	diam. com. long. com.	long	diam.		
1. Testigo	100	105,74 ab ¹	0,63 a	0,76	0,63 a	0,77 a	1,77	13,84 a
2. Pasta de lanolina 1% AG ₃ ²	100	115,87 a	0,59 abc	0,68	0,57 ab	0,65 bc	1,68	12,40 bc
3. Inyección 1cc AG ₃ 1 ppm ³	100	69,59 c	0,55 c	0,66	0,46 c	0,57 d	1,99	12,03 bc
4. Inyección 1 cc AG ₃ 10 ppm ³	100	92,30 abc	0,60 ab	0,69	0,53 b	0,61 cd	1,80	11,96 c
5. Inyección 1 cc AG ₃ 50 ppm ³	100	103,06 ab	0,58 bc	0,69	0,56 b	0,68 b	1,79	13,32 ab
6. Aspersión AG ₃ 100 ppm aplic. ⁴	100	91,37 bc	0,56 bc	0,67	0,51 bc	0,60 cd	1,98	11,56 c

¹ Todos los promedios de una columna seguidos de diferente letra son diferentes al 5%.*Values within a column followed by different letter are different at 5%.*² En antesis y renovada 24 DDA. / *At anthesis and renovated 24 days thereafter.*³ En antesis y repetidas 22 DDA / *At anthesis and repeated 22 days thereafter.*⁴ Aspersiones en antesis, 22 DDA y 42 DDA. / *Sprays at anthesis, 22 and 42 days thereafter.*⁵ Color: 1 = verde; 2 = verde amarillento; 3 = amarillo; 4 = anaranjado.
green yellowish green yellow light orange

CUADRO 4

EFFECTO DE ASPERSIONES CON ACIDO GIBERELICO ANTES DE LA ANTESIS O DESPUES DE LA CUAJA EN EL DESARROLLO DE FRUTOS DE TUNA

Effect of sprays of gibberellic acid before anthesis or after fruit set on prickly pear fruit development

Tratamiento Treatment	Peso Weight g/fruto	Forma Shape diám./long.	Proporción comestible / total Ratio Long edible / total diám.		Color 1 - 4 ⁴	Sólidos solubles %
1. Testigo	105,74 bc ³	0,63 a	0,63	0,77	1,77	13,84 a
2. Fruto AC ₃ 100 ppm ¹	107,69 bc	0,59 ab	0,59	0,81	2,05	12,24 b
3. Fruto AC ₃ 500 ppm ¹	119,96 ab	0,56 bc	0,59	0,77	1,94	11,40 b
4. Fruto AC ₃ 100 ppm ²	113,64 abc	0,58 abc	0,59	0,75	2,01	12,24 b
5. Fruto AC ₃ 500 ppm ²	132,52 a	0,52 c	0,56	0,76	1,79	12,48 b
6. Flor AC ₃ 100 ppm	95,69 c	0,59 ab	0,60	0,76	2,00	12,84 b
7. Flor AC ₃ 500 ppm	120,30 ab	0,56 bc	0,60	0,75	1,73	12,40 b

¹ Aspersión 22 DDA / *Spray 22 days after anthesis.*

² Aspersiones 22 y 42 DDA / *Sprays 22 and 42 days after anthesis.*

³ Todos los promedios de una columna seguidas de diferente letra son diferentes al 5%.
Values within a column followed by different letter are different at 5%.

⁴ Color: 1 = verde; 2 = verde amarillento; 3 = amarillo; 4 = anaranjado.
green yellowish green yellow light orange