



Revista Industrial
y Agrícola de
Tucumán

ISSN 0370-5404

En línea
1851-3018

Tomo 102 (2):
22-27; 2025



ESTACION EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina

Av. William Cross 3150
T4101XAC - Las Talitas.
Tucumán, Argentina.

Aplicación de giberelina con adición de urea para retrasar el color de los frutos de limón (*Citrus limon*)

Nelson D. Aranda*, Franco A. García*, Diego Reinoso**, M. Inés Valdez* y Dardo Figueroa*

* Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) Av. William Cross 3150, Las Talitas (4101) Tucumán, Argentina. Tel.: +54 381 452100. Int. 135. ** Empresa Agroalianza S.A. Ruta 315 esquina Roca, Tafí Viejo (4103) Tucumán, Argentina. Email: ndaranda@eeaoc.org.ar .

RESUMEN

El cambio de color de la fruta de limón es clave en su comercialización como fruta fresca. El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia del ácido giberélico (GA_3), en combinación con urea foliar, para retrasar la coloración de frutos de limón (*Citrus limon*). El ensayo se realizó en una finca de variedad Lisboa Frost injertada sobre Citrumelo 4475, bajo un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos: i) testigo, ii) GA_3 15 ppm, iii) GA_3 15 ppm + urea 1%, iv) urea 1% y v) GA_3 30 ppm. Se determinó el Índice de Color en Citrus (ICC) y la distribución de categorías de color en distintas etapas. Los tratamientos con GA_3 , especialmente GA_3 30 ppm y GA_3 15 ppm + urea 1%, retrasaron significativamente el avance de la coloración respecto al testigo hasta 42 días después de la aplicación (DDA), mientras que GA_3 15 ppm lo hizo hasta los 33 DDA. La urea sola no mostró efecto. Al momento de la cosecha (61 DDA), los frutos tratados con GA_3 conservaron una tonalidad verdosa frente al amarillo del testigo. La adición de urea permitió reducir la dosis de GA_3 , representando una alternativa eficiente y económicamente ventajosa.

Palabras clave: ácido giberélico, urea foliar, índice de color.

ABSTRACT

Application of gibberellin with added urea to delay the coloring of lemon fruit (*Citrus limon*)

The color change of lemon fruit is key to its commercialization as fresh fruit. The objective of this study was to evaluate the effectiveness of gibberellic acid (GA_3) in combination with foliar urea in delaying the coloration of lemon fruit (*Citrus limon*). The trial was conducted on a farm growing the Lisboa Frost variety grafted onto Citrumelo 4475, using a randomized block design with five treatments: i) control, ii) GA_3 15 ppm, iii) GA_3 15 ppm + urea 1%, iv) urea 1%, and v) GA_3 30 ppm. The Citrus Color Index (CCI) and the distribution of color categories at different stages were determined. The GA_3 treatments, especially GA_3 30 ppm and GA_3 15 ppm + urea 1%, significantly delayed the progress of coloration compared to the control until 42 days after application (DDA), while GA_3 15 ppm did so until 33 DDA. Urea alone had no effect. At harvest (61 DPA), the fruits treated with GA_3 retained a greenish hue compared to the yellow of the control. The addition of urea allowed the GA_3 dose to be reduced, representing an efficient and economically advantageous alternative.

Key words: gibberellic acid, foliar urea, color index.

Fecha de
recepción:
20/08/2025

Fecha de
aceptación:
03/10/2025

INTRODUCCIÓN

A medida que avanza la maduración de los frutos de limón, los tejidos de la cáscara comienzan a pigmentarse debido a la pérdida progresiva de clorofilas y al incremento de carotenoides. En consecuencia, el color de la cáscara cambia de verde a amarillo (Agustí *et al.*, 2020).

En la cosecha de invierno, si esta no se completa hasta principios de la primavera, gran parte de los frutos caerá del árbol al madurar. Los limones que quedan en el árbol para la cosecha tardía desarrollan un color amarillo oscuro. Aunque no existen regulaciones en lo que respecta al color, se reconoce que se pagan precios superiores por frutos de color amarillo claro. Para extender la cosecha de limón, cuando la demanda es alta, se debe regular el color de la fruta para satisfacer la demanda del mercado (El-Zeftawi, 1980).

Una práctica muy usada para retrasar el cambio del color de los cítricos es la aplicación de ácido giberélico (GA_3). Este tratamiento, cuando el fruto comienza a cambiar de color, retarda la degradación de la clorofila y la síntesis de carotenoides (Sánchez, 2000).

En la provincia de Tucumán, Aranda y Valdez (2019) demostraron la eficacia del uso de giberelina foliar para retrasar el color de los frutos de limón. Además, según Agustí *et al.* (2020), la adición de compuestos nitrogenados -como urea- al caldo de aplicación estimula la acción de la giberelina, permitiendo disminuir las dosis de aplicación.

En Argentina, no existen antecedentes publicados sobre la aplicación de giberelina combinada con ferti-

lizantes nitrogenados. Por este motivo, se propuso realizar un ensayo para evaluar el impacto de la aplicación de giberelina (GA_3) con la adición de urea foliar sobre el retraso de la coloración del limón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ensayo:

El ensayo se realizó en la finca Nogal 2 de la empresa Agroalianza, ubicada en la localidad de La Calera, departamento Alberdi, provincia de Tucumán, Argentina (coordenadas geográficas: 27° 34' 57" latitud sur y 65° 43' 56" longitud oeste; Figura 1). El lote fue plantado en 2018 con limonero (*Citrus limon*), variedad Lisboa Frost nucelar injertado sobre Citrumelo 4475, en un marco de 7,5 m x 4 m.

Tratamientos:

La aplicación se realizó el 7 de mayo de 2025, con una turbo pulverizadora Hidroneumática FMC de 2000 l de capacidad, con un volumen de 15 l por planta, dirigido con un solo lateral de empicado (media ala, Figura 2). Los tratamientos realizados se especifican en la Tabla 1. Para aumentar la eficiencia de penetración del producto, se ajustó el pH del caldo a 4,5 con la adición de 500 cc de ácido fosfórico cada 1000 l de agua.

El diseño fue en bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Cada parcela estaba constituida por ½ fila de aproximadamente 12 plantas, con sus respectivas borduras.

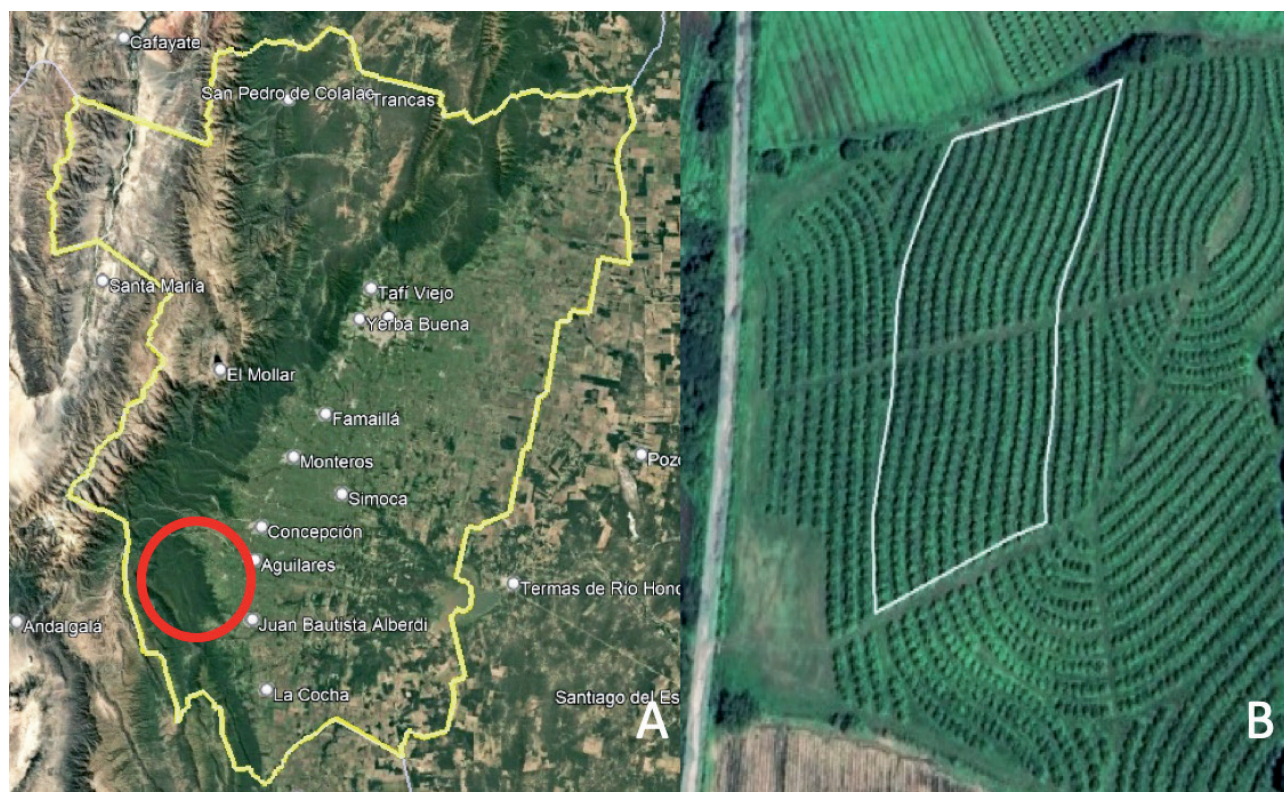


Figura 1. A. Ubicación del ensayo en la finca El Nogal 2 (círculo rojo) en la provincia de Tucumán, Argentina. B. El polígono blanco indica el sector de la finca donde se evaluaron los tratamientos.



Figura 2. A: Aplicación de ensayo utilizando media a la de la turbo pulverizadora. B: Color y mojado de fruta en el momento de la pulverización.

Tabla 1. Especificaciones de los tratamientos.

Tratamiento	Especificaciones
T1	Testigo sin aplicar
T2	GA ₃ (15 ppm)*
T3	GA ₃ (15 ppm)* + Urea (1%)
T4	Urea (1%)
T5	GA ₃ (30 ppm)*

* Producto Comercial (P.C.) usado: ácido giberélico al 10 %.

Evolución del ICC a campo:

Se evaluó el Índice de Color en Citrus (ICC) realizando lecturas con colorímetro Konica Minolta CR 400, en pre aplicación y pos aplicación, mediante la relación propuesta por Jiménez-Cuesta *et al.* (1981): $IC = 1000 \times a / (L \times b)$ donde L: Luminosidad del negro al blanco; a: de rojo a verde; y b: del amarillo al azul. Se siguió la evolución del mismo durante la campaña.

Para las mediciones a campo, se marcaron 20 frutas por repetición, 10 de cada lado de la fila, con un total de 80 frutas por tratamiento, y se realizaron periódicamente lecturas a campo, desde la pre aplicación hasta la cosecha (Figura 3).

Para comparar los tratamientos, se evaluaron las medias del ICC a lo largo del tiempo con modelos generales y mixtos mediante el soporte Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2020), se determinó la interacción entre el ICC y los días después de la aplicación (DDA).

Con los resultados de cada medición, se elaboraron gráficos de barras en Microsoft Excel para clasificar la distribución del color en cada tratamiento. La clasificación



Figura 3. A: Frutas marcadas para mediciones a campo. B: Detalle de fruta marcada.

se basó en el ICC, siguiendo las categorías propuestas por Aranda y Valdez (2019). La denominación de los colores, según la apreciación visual a campo, fue la siguiente: Verde oscuro: valores de ICC < -13, Verdes: ICC entre -13 y -10, pinto oscuro: ICC entre -10 a -6, pinto: entre -6 a -2, pinto claro: entre -2 a 0, amarillo: entre 0 a 2 y bronceado: ICC > 2 (Figura 4).

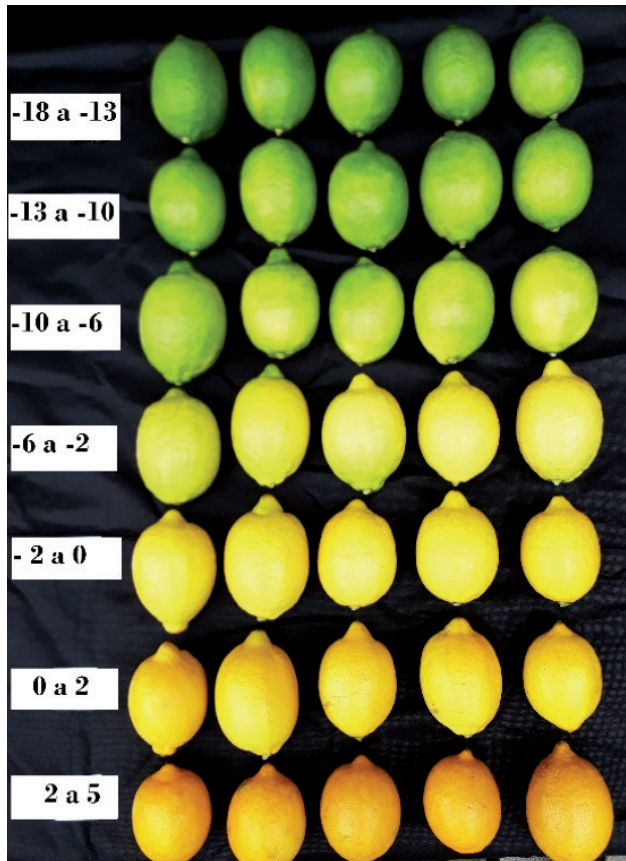


Figura 4. Rangos de valores de ICC en limón, según Aranda y Valdez (2019). Valores más bajos corresponden a frutos verdes y valores más altos, con mayor coloración amarilla.

RESULTADOS

Evolución temporal del ICC

El resultado del análisis estadístico de las medias de ICC se presenta en la Tabla 2. En pre aplicación y el día 0 (momentos antes de la aplicación), se observa un aumento en los valores, lo que indica el progresivo cambio de color de la cáscara (de pinto oscuro a pinto). Para estos momentos, como se preveía, no se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos, lo que confirma la uniformidad inicial del ICC.

Desde la pre aplicación hasta los 61 DDA se incrementaron los valores de ICC (evidenciando la pérdida de color verde). Sin embargo, los tratamientos con GA₃, 15

ppm (T2), 30 ppm (T5) y la combinación de 15 ppm + urea 1% (T3) retrasaron significativamente el avance de la coloración de la fruta respecto al testigo (T1) y la aplicación de urea 1% (T4). Estas diferencias se mantuvieron hasta los 33 DDA para el tratamiento T2 y hasta los 42 DDA para T3 y T5. Esto queda evidenciado en los valores de ICC a los 42 DDA, donde T3 y T5 mantienen ICC significativamente inferiores al resto (-2,8 y -3,2 respectivamente), mientras que T2 pierde significancia frente al testigo. Esto sugiere que el efecto de GA₃ 15 ppm sin urea es más corto que el de GA₃ 30 ppm o GA₃ 15 ppm + urea. A los 61 DDA (momento de la cosecha), las diferencias entre los tratamientos desaparecen, lo que indica similitud de los valores de ICC. Esto confirma que el retraso en la coloración es temporal. Sin embargo, los tratamientos con GA₃ (T2, T3, T5) poseen una coloración pinto claro, mientras que en el testigo (T1) y el tratamiento con urea 1% (T4) es amarillo. Esto implica que los tratamientos con GA₃ causaron una menor degradación de clorofila y una menor síntesis de carotenoides. Este comportamiento es consistente con lo observado en otros cítricos (El-Zeftawi, 1980; Sánchez, 2000) y en estudios previos en limón en Tucumán (Aranda y Valdez, 2019).

La Figura 5 muestra la evolución temporal del ICC, donde T1 y T4 presentan las pendientes más pronunciadas entre 0 y 30 DDA, mientras que T2, T3 y T5 muestran incrementos más graduales. El tratamiento T5 se mantiene siempre por debajo de los demás, con la pendiente más suave. Desde los 30 a 60 DDA, las pendientes se suavizan hasta aplanarse, indicando poca variación del ICC hasta el final.

La diferencia más notable entre tratamientos se observa entre 20 y 40 DDA, donde T1 y T4 tienen los valores más altos de ICC, y T5 los menores valores. Se observa también cómo, a los 40 DDA, T2 se aproxima a los tratamientos T1 y T4, lo que reduce la diferencia estadística en los valores de ICC.

Distribución de colores en los frutos

La distribución de colores en pre aplicación (23 de abril) es similar entre los tratamientos, predominando los colores “pinto oscuro” con valores aproximados al 40%, seguido por el “pinto” entre 26% y 40%, y “verde” entre el 13% y 26%. El 16 de junio (22 DDA), se observa claramente que T1 y T4 tienen una gran porción de amarillos y bronceados (~70 %), mientras que T2, T3 y T5 conservan mucho más verde y pinto oscuro (~70 %). Si bien esto tiene relación con la comparación de valores promedio de ICC, la distribución de color muestra aún más contraste entre tratamientos. A los 42 DDA, la tendencia

Tabla 2. Evolución del Índice de Color de Citrus (ICC) y apreciación visual del color de la fruta de limón a lo largo del tiempo.

Tratamiento	Pre aplicación (23/04)		Aplicación (07/05)		9 DDA (16/05)		22 DDA (29/05)		33 DDA (09/06)		42 DDA (18/06)		61 DDA Cosecha (03/07)	
	ICC	Color	ICC	Color	ICC	Color	ICC	Color	ICC	Color	ICC	Color	ICC	Color
T1	-10,9 e	P. O.	-8,5 d	P.	-6,0 c	P.	-3,5 b	P. C.	-1,5 a	A.	-1,1 a	A.	-1,0 a	A.
T2	-10,6 e	P. O.	-8,7 d	P.	-7,2 d	P.	-5,8 c	P. C.	-3,6 b	P. C.	-2,4 a	P. C.	-2,0 a	P. C.
T3	-11,1 e	P. O.	-8,6 d	P.	-7,4 d	P.	-5,8 c	P. C.	-3,8 b	P. C.	-2,8 b	P. C.	-2,0 a	P. C.
T4	-10,3 e	P. O.	-8,5 d	P.	-6,3 c	P.	-3,6 b	P. C.	-1,3 a	A.	-1,2 a	A.	-1,1 a	A.
T5	-11,2 e	P. O.	-8,8 d	P.	-7,9 d	P.	-6,2 c	P.	-3,9 b	P. C.	-3,2 b	P. C.	-2,1 a	P. C.

Color: P.O.: Pinto Oscuro; P.: Pinto; P.C.: Pinto Claro; P.: Pinto; A.: Amarillo. **Días:** DDA: Días Después de Aplicación.

Test: DGC Alfa = 0,05 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

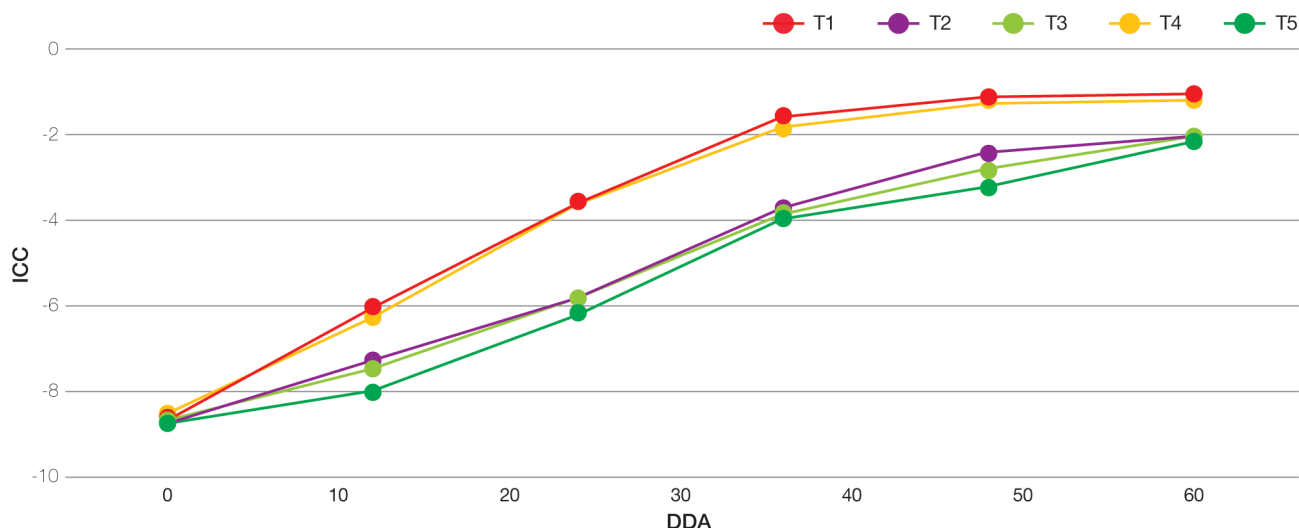


Figura 5. Evolución del índice de color de Citrus (ICC) durante 60 días después de la aplicación (DDA) de cinco tratamientos (T1–T5). Los valores de ICC negativos indican predominio de color verde, mientras que los cercanos a cero representan colores amarillos.

se mantiene, con predominio de los colores amarillos y bronceados en los tratamientos T1 (86%) y T4 (76%). En contraste, estos mismos colores en los demás tratamientos tienen valores de 41% (T3), 57% (T2) y 37% para el T5. A los 61 DDA, si bien el análisis estadístico no arroja diferencias significativas en el momento de la cosecha, en la distribución de colores existe mayor porcentaje de fruta “pinto claro” en los tratamientos con giberelina T2, T3 y

T4, y menos color amarillo que en T1 y T4 (Figura 6).

En la Figura 10 se exhiben las muestras extraídas de cada tratamiento al momento de cosecha. En los tratamientos que contenían GA₃ (T2, T3 y T5), se observa una leve tonalidad verdosa, sobre todo en los extremos de la fruta, coincidente con la denominación de color pinto claro, mientras que los T1 y T4 arrojaron valores del ICC correspondientes al color amarillo.

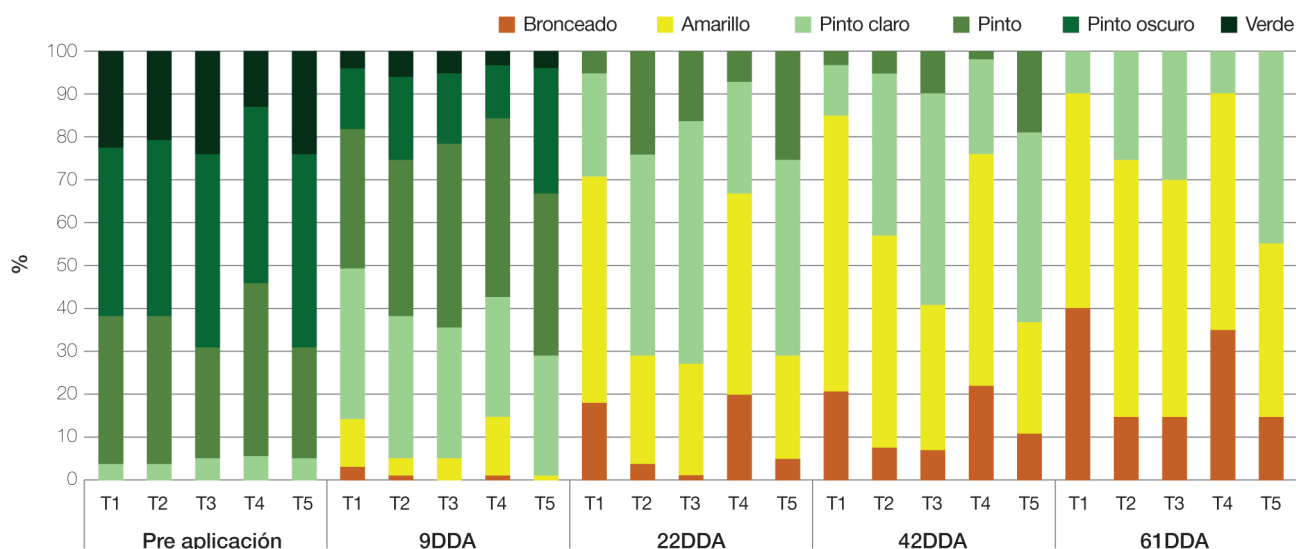


Figura 6. Distribución porcentual de categorías de color de cáscara en frutos de limón de los diferentes tratamientos (T1–T5), evaluada desde preaplicación hasta 61 días después de la aplicación (DDA).



Figura 7. Apreciación visual de los colores de la fruta al momento de cosecha.

■ CONCLUSIONES

El uso de 15 ppm de GA3 en combinación con 1% de urea representa una alternativa eficiente y económicamente ventajosa frente a la aplicación de 30 ppm de GA₃. Ambos tratamientos logran un efecto similar en el retraso de la coloración de los frutos de limón.

La aplicación debe realizarse en el momento en que los frutos comienzan a cambiar de color.

La integración de esta práctica dentro de un plan de manejo de cosecha escalonada puede favorecer la disponibilidad de fruta con color comercial óptimo en períodos de mayor demanda y mejor precio.

■ BIBLIOGRAFÍA CITADA

Agustí, M.; C. Mesejo y C. Reig. 2020. Citricultura 3a Edición. Editorial Mundiprensa, España.

Aranda, N. e I. Valdez. 2019. El color del limón, ¿Hormonas al servicio de exigencias de mercado? Avance Agroindustrial 40 (1): 10-13.

Di Rienzo, J. A.M M. Balzarini; F. Casanaves; L. González; M. Tablada y C. W. Robledo. 2020. Infostat Profesional. Versión 2020. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

El-Zeftawi. 1980. Effects of Gibberellic Acid and Cycocel on Colouring and sizing of lemon. Scientia Horticulturae 12: 177-181.

Jiménez-Cuesta, M.; J. Cuquerella and J. M. Martínez-Jávega. 1981. Determination of a color index for citrus fruit degreening. Proceeding International Society Citriculture 2: 750-753.

Sanches, F. R. 2000. Aplicação de biorreguladores vegetais. Aspectos fisiológicos e aplicações práticas na citricultura mundial. Editorial AEDOS, Brasil.