

## **EFFECTO DE LA DENSIDAD EN UN CULTIVO DE PIMIENTO DE TIPO PIQUILLO EN SIEMBRA DIRECTA**

M. GUTIÉRREZ LÓPEZ

Centro de Técnicas Agrarias-CTA  
(Zaragoza)

R. GIL ORTEGA

J. CAVERO  
J. SÁNCHEZ

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria-CITA  
(Zaragoza)

### **RESUMEN**

La técnica de siembra directa permite obtener densidades altas de plantación con mínimos incrementos de coste. En algunos estudios se ha observado un aumento de la producción de pimiento al aumentar la densidad de plantas. En el pimiento del «Piquillo» la calidad del fruto es tan importante como el rendimiento.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la densidad de plantación en el rendimiento y la calidad (color y tamaño del fruto) del pimiento de tipo «Piquillo», en un cultivo de siembra directa bajo acondicionamiento plástico.

El ensayo se realizó durante el año 2001 en un suelo de textura franco-arenosa en Ejea de los Caballeros (Zaragoza). La siembra se realizó en líneas pareadas separadas 0,40 m. y sobre mesas, siendo la distancia entre centros de mesas de 1,5 m. Las densidades oscilaron entre 13.000 y 200.000 plantas/ha.

Los resultados analizados de calidad de fruto, peso unitario e índice de color (a/b), no resultaron dependientes de las densidades de plantación ensayadas, manteniéndose en niveles aceptables de calidad, en las dos cosechas realizadas. Tampoco resultó dependiente de las densidades el rendimiento (kg/ha o número de frutos/ha) en la segunda cosecha.

La precocidad aumentó hasta alcanzar cierta estabilidad a densidades de 60.000 plantas/ha, cuando se consideraron número de frutos/ha, y hasta 100.000 plantas/ha, cuando el rendimiento se analizó en kg/ha. El rendimiento total (kg/ha) y el rendimiento total comercial (kg/ha y número de frutos/ha) aumentaron con la densidad, hasta niveles de unas 60.000 plantas/ha. Densidades superiores a 100.000 plantas/ha incrementaron lige-

ramente la producción. El incremento del rendimiento comercial por hectárea se vio acompañado de una reducción del rendimiento comercial por planta y el número de frutos por planta, a medida que aumentaba la densidad de plantación.

La radiación interceptada por las plantas llegó a un límite cuando las densidades alcanzaron unas 60.000-100.000 plantas/ha. Por ello, con la nueva técnica de siembra directa, los resultados óptimos, se conseguirían con densidades entre 60.000 y 100.000 plantas/ha.

*Palabras clave:* piquillo, siembra directa, radiación interceptada, ceptómetro.

## INTRODUCCIÓN

El pimiento es uno de los cultivos hortícolas más extendidos del mundo, sobre todo en áreas donde existe un clima templado, donde esta especie está adaptada. Éste es el caso del Valle del Ebro.

Recientemente, la comarca de las Cinco Villas ha sufrido un fuerte retroceso en la superficie cultivada, ya sean por los altos costes, falta de mano de obra y, sobre todo, por la masiva importación de países terceros.

El tipo de pimiento «Piquillo de Lodosa», continúa teniendo una demanda, favorecida tanto por la absorción del producto por las industrias navarras cercanas, como por el hecho de que el gusto por parte del consumidor lo demanda.

Con el fin de continuar con el cultivo de «Piquillo» en la zona y siendo durante años un cultivo tradicional, una posible solución es abaratar costes tanto de implantación como de recolección (cosechadora de pimientos).

El trabajo realizado trata de establecer mediante un ensayo de siembra directa la densidad más adecuada de cara a obtener una mayor producción y al mismo tiempo una calidad aceptable.

## OBJETIVOS

El objetivo principal es la determinación de la densidad adecuada (número de plantas/ha) en el cultivo pimiento del Piquillo de Lodosa en condiciones de siembra directa. De forma especial se incidirá en:

- Determinar con las diferentes densidades de siembra, el rendimiento precoz y total (kg/ha), rendimiento por planta, número de frutos/planta, número de frutos/ha.
- Verificar la radiación solar absorbida por la masa foliar implicada en la producción final en diferentes densidades de siembra.
- Averiguar las variaciones que en cuanto al peso y la calidad del color del fruto se producen con las distintas densidades.

## MATERIAL Y MÉTODO

El ensayo ha sido realizado en la finca «Vivero forestal» de Ejea de los Caballeros, propiedad de la Diputación General Aragón.

Una vez preparada la mesa de siembra, ésta se realizó con una sembradora neumática de precisión a la máxima densidad posible. Dos meses después se establecieron 37 microparcelas de 3 m<sup>2</sup>, con densidades comprendidas entre 13.333 plantas/ha y 200.000 plantas/ha.

A fin de determinar la interceptación de radiación solar conseguida con las diferentes densidades y su posible relación con la producción y la calidad final del producto, se realizó a lo largo del ciclo de cultivo las medidas de la radiación solar interceptada en cada una de las microparcelas del ensayo mediante un **ceptómetro**.

Se llevaron a cabo dos recolecciones, analizando en cada una de ellas la producción y calidad de los frutos, esta última a través del peso comercial y del color.

Se analizaron los resultados estadísticamente en cuanto a precocidad comercial (kg/ha y número de frutos/ha de la primera cosecha), producción total y comercial por superficie y por planta (kg/ha, número de frutos/ha, g/planta y número de frutos/planta), peso unitario del fruto y color. Todos estos datos junto con los de radiación interceptada fueron estudiados mediante un análisis de regresión en función de las densidades ensayadas.

## RESULTADOS

### Precocidad comercial

En lo que concierne al rendimiento en kg/ha, en la figura 1, donde se muestran los rendimientos (kg/ha) en la primera y segunda cosecha en función de la densidad de plantación, puede observarse que la precocidad aumentó al aumentar la densidad hasta aproximadamente las 100.000 plantas/ha con un rendimiento de 12.000 kg/ha, ajustándose a una curva de función  $Y = a \cdot x / (1 + a \cdot x / c)$ , siendo  $a = 0,3471$  y  $c = 16.697,22$  con un valor de  $R^2 = 71,9\%$ .

En la misma figura puede observarse que en la segunda cosecha no dependió de la densidad de plantación.

Con respecto al rendimiento en número de frutos/ha, en la figura 2, se muestra el rendimiento (número de frutos comerciales/ha) en la primera y segunda cosecha y total en función de la densidad de planta. Se observa que la precocidad (cosecha 1) aumentó al aumentar la densidad hasta aproximadamente 60.000 plantas/ha con un rendimiento de unos 300.000 frutos/ha, ajustándose a una curva de función  $y = a \cdot x / (1 + a \cdot x / c)$ , siendo  $a = 8,898$  y  $c = 396620,286$  con un valor de  $R^2 = 74,2\%$ .

En la misma figura puede observarse que la segunda cosecha no dependió de la densidad de plantación, al igual que ocurrió cuando el rendimiento se consideró en kg/ha. Se situó en torno a los 100.000 frutos/ha.

### Producción total

Cuando consideramos el rendimiento total en kg/ha, en la figura 3 se observa que la producción total aumentó con la densidad hasta unas 60.000 plantas/ha, con un rendimiento de 18.000 kg/ha, ajustándose a  $y = a \cdot x / (1 + a \cdot x / c)$ , siendo  $a = 1,048$  y  $c = 23.045,6933$  con un valor de  $R^2 = 76,52\%$ .

## Rendimiento total comercial

En lo que respecta al rendimiento comercial en número de frutos/ha, en la figura 2, se observa que el rendimiento total aumentó al aumentar la densidad hasta aproximadamente unas 60.000 plantas/ha, correspondiendo a 350.000 frutos/ha, ajustándose a una curva de función  $y = a * x / (1 + a * x / c)$ , siendo  $a = 21,605$  y  $c = 506.416,753$  con un valor de  $R^2 = 71,5\%$ .

En la figura 3 se observa que el rendimiento (kg/ha) total comercial aumento con la densidad hasta aproximadamente 60.000 plantas/ha con un rendimiento de 15.000 kg/ha, ajustándose a una curva de función  $y = a * x / (1 + a * x / c)$ , siendo  $a = 0,7018$  y  $c = 20.151,6906$  con un valor de  $R^2 = 72,92\%$ .

## Rendimiento comercial por planta

En la figura 3 se observa que el rendimiento comercial por planta disminuye con la densidad hasta aproximadamente 150.000 plantas/ha que corresponde a un rendimiento de unos 100 g/planta, ajustándose a una curva de función  $W = a / (1 + a * x / c)$ , siendo  $a = 0,7018$  y  $c = 20.151,6906$  con un valor de  $R^2 = 72,92\%$ .

## Número de frutos comerciales/planta

En la figura 4 se observa que el numero total de frutos comerciales por planta disminuyo con la densidad de plantación hasta unas 110.000 plantas/ha, densidad a la que se estabiliza en torno a 4 frutos/planta, todo ello ajustándose a la función  $W = a / (1 + a * x / c)$ , siendo  $a = 18,003$  y  $c = 582.260,002$  con un valor de  $R^2 = 86,7\%$ .

En la misma figura puede observarse que la disminución descrita se produjo tanto en la primera como en la segunda cosecha, aunque en la primera el resultado fue menos evidente ( $a = 6,289$  y  $c = 569.359,073$ ,  $R^2 = 42,9\%$ ) que en la segunda cosecha ( $a = 21,554$  y  $c = 160.837,169$ ,  $R^2 = 79,4\%$ ), en este caso el rendimiento por planta se estabiliza prácticamente a partir de unas 60.000 plantas/ha.

## Peso unitario del fruto

De acuerdo con lo observado en la figura 5 se puede decir que el peso medio de un fruto no varía con la densidad, mientras que en la cosecha 1 ( $a = 38,78$  y  $c = 1,7267$ ,  $R^2 = 0,0685\%$ ), el peso unitario se sitúa en torno a los 39 g por fruto. En la cosecha 2 ( $a = 31,52$  y  $c = 1,23278$ ,  $R^2 = 0,02\%$ ), el peso unitario disminuyo en torno 32 g por fruto.

## Color

'De lo observado en la figura 6, el color, al igual que el parámetro anterior, no muestra diferencia en función de las diferentes densidades ensayadas.

Nuevamente aparecieron diferencias entre cosechas. En la primera ( $a = 2,355$  y  $c = 1,598$ ,  $R^2 = 0,0332\%$ ), los frutos fueron de un color algo más intenso ( $a/b \approx 2,4$ ) que en la segunda cosecha ( $a = 2,16368$  y  $c = 4,4672$ ,  $R^2 = 0,0772\%$ ), en la que el coeficiente  $a/b$  se situó aproximadamente en 2,2, aunque todavía dentro de los límites aceptables en lo referente a calidad.

## Interceptación por radiación solar

La interceptación de radiación solar aumenta con la densidad hasta un cierto límite, en torno a 430 MJ/m<sup>2</sup>, que se alcanza con 100.000 a 120.000 plantas/ha, siguiendo la curva de la figura 7, cuya función tiene un buen ajuste ( $R^2 = 92,2\%$ ). Siendo  $a = 0,30641$  y  $c = 464,877146$ .

Sin embargo, como puede observarse en la figura 8, la radiación interceptada no ha sido la misma a lo largo del cultivo, al pasar por la planta por diferentes estadios de crecimiento.

De acuerdo con la figura 9 el aumento de la radiación interceptada por las plantas explica el incremento de la producción final de pimientos ( $R^2 = 75,25\%$ ).

## DISCUSIÓN

Los resultados analizados de calidad de cosecha, peso unitario del fruto (g) e índice de color (a/b), no resultaron dependientes de las densidades plantación ensayadas, manteniéndose en niveles aceptables de calidad (figuras 5 y 6).

Tampoco resultó dependiente de las densidades el rendimiento (kg/ha o número de frutos/ha) en la segunda cosecha (figuras 1 y 2).

En lo que respecta a la precocidad, rendimiento de la primera cosecha, se observa que ésta aumentó hasta alcanzar cierta estabilidad a densidades de 60.000 plantas/ha, cuando se consideraron número de frutos/ha (figura 2), y hasta 100.000 plantas/ha, cuando el rendimiento se analizó en kg/ha (figura 1). Es decir, que para obtener el máximo rendimiento precoz deberíamos manejar densidades que se encontraran al menos en el rango 60.000-100.000 plantas/ha.

Cuando consideramos la producción total (kg/ha) y la producción total comercial (kg/ha) (figura 3) llegamos a conclusiones similares. Es decir, que el rendimiento aumenta claramente con la densidad hasta niveles de unas 60.000 plantas/ha en los que prácticamente se estabiliza en unos 18.000 kg/ha de producción total y de unos 15.000 kg/ha de producción comercial total; lo mismo ocurre cuando este parámetro se analizó como número de frutos/ha (figura 2) alcanzando una producción de 350.000 frutos/ha para 60.000 plantas/ha. Esto supone un peso medio de fruto de 37,5 g que es un nivel de calidad aceptable para Piquillo, como ya se ha comentado.

El incremento del rendimiento comercial por ha se vio acompañado de una reducción del rendimiento comercial por planta (figura 3) y el número de frutos por planta a medida que aumentaba la densidad de plantación (figura 4), lo que contribuye a que el peso unitario no se viera afectado por la densidad, como ya se comentó anteriormente. No obstante, hay que señalar que la reducción del número de frutos por planta en función de la densidad fue debida más a los resultados de la segunda cosecha que de la primera cosecha (figura 4), ya que en esta última esa disminución en función de la densidad no fue tan acusada, pudiéndose concluir que la disminución general del número de frutos por planta es sobre todo debida al resultado de la segunda cosecha.

La radiación interceptada por las plantas llegó a un límite cuando las densidades alcanzaron unas 60.000-100.000 plantas/ha (figura 7). Teniendo en cuenta que el rendimiento es proporcional a la radiación interceptada (figura 9), dicho límite indicaría que densidades superiores a la citada, no supondrían incrementos en el rendimiento ya sea este en kg/ha o número de frutos/ha. Esto es precisamente lo que ha ocurrido, como ya se ha comentado anteriormente.

El hecho de que, como se observa en la figura 8, la radiación interceptada experimenta variaciones a lo largo del ciclo, ya que no se alcanzan porcentajes altos de la radiación total hasta prácticamente el final del cultivo, podría explicar el hecho ya comentado de que las densidades influyeron poco en el número de frutos/planta en la primera cosecha, ya aun con densidades altas, la competencia por la luz entre plantas en las primeras fases del cultivo está todavía lejos de llegar a su límite.

En definitiva, con la nueva técnica de siembra directa los resultados óptimos en lo que concierne a rendimiento se conseguirían con densidades entre 60.000 y 100.000 plantas/ha. Estos resultados no coinciden, en cuanto a la densidad optima, con los obtenidos por Cavero *et al.* (2001) con la variedad Agridulce, ya que en este caso se estimaron densidades entre 150.000 y 200.000 plantas/ha como las más adecuadas.

Todo ello afirma la conveniencia de realizar este tipo de trabajos para cada densidad en concreto. La determinación de las densidades más adecuadas también supone ahorros de semilla, agua, fertilizantes y fitosanitarios. Además de obtenerla con la biomasa menor necesaria.

## CONCLUSIONES

1.<sup>o</sup> Los resultados analizados de calidad de cosecha, peso unitario del fruto (g) e índice de color (a/b), no resultaron dependientes de las densidades plantación ensayadas, manteniéndose en niveles aceptables de calidad.

2.<sup>o</sup> Tampoco resultó dependiente de las densidades el rendimiento (kg/ha o número de frutos/ha) en la segunda cosecha.

3.<sup>o</sup> La precocidad aumenta hasta alcanzar cierta estabilidad a densidades de 60.000 plantas/ha, cuando se consideraron número de frutos/ha, y hasta 100.000 plantas/ha cuando el rendimiento se analizó en kg/ha.

4.<sup>o</sup> La producción total (kg/ha) y la producción total comercial (kg/ha y número de frutos/ha) aumentaron con la densidad hasta niveles de unas 60.000 plantas/ha.

5.<sup>o</sup> El incremento del rendimiento comercial por ha se vio acompañado de una reducción del rendimiento comercial por planta y el número de frutos por planta a medida que aumentaba la densidad de plantación.

6.<sup>o</sup> La radiación interceptada por las plantas llega a un límite cuando las densidades alcanzaron unas 60.000-100.000 plantas/ha.

7.<sup>o</sup> En definitiva, con la nueva técnica de siembra directa los resultados óptimos en lo que concierne a rendimiento se conseguirían con densidades entre 60.000 y 100.000 plantas/ha.

8.<sup>o</sup> Como recomendación práctica, se aconseja una densidad de plantación de 100.000 plantas/ha, teniendo en cuenta que el porcentaje de nascencia se sitúa entre el 50-60%, se deben de sembrar unas 200.000 semillas/ha.

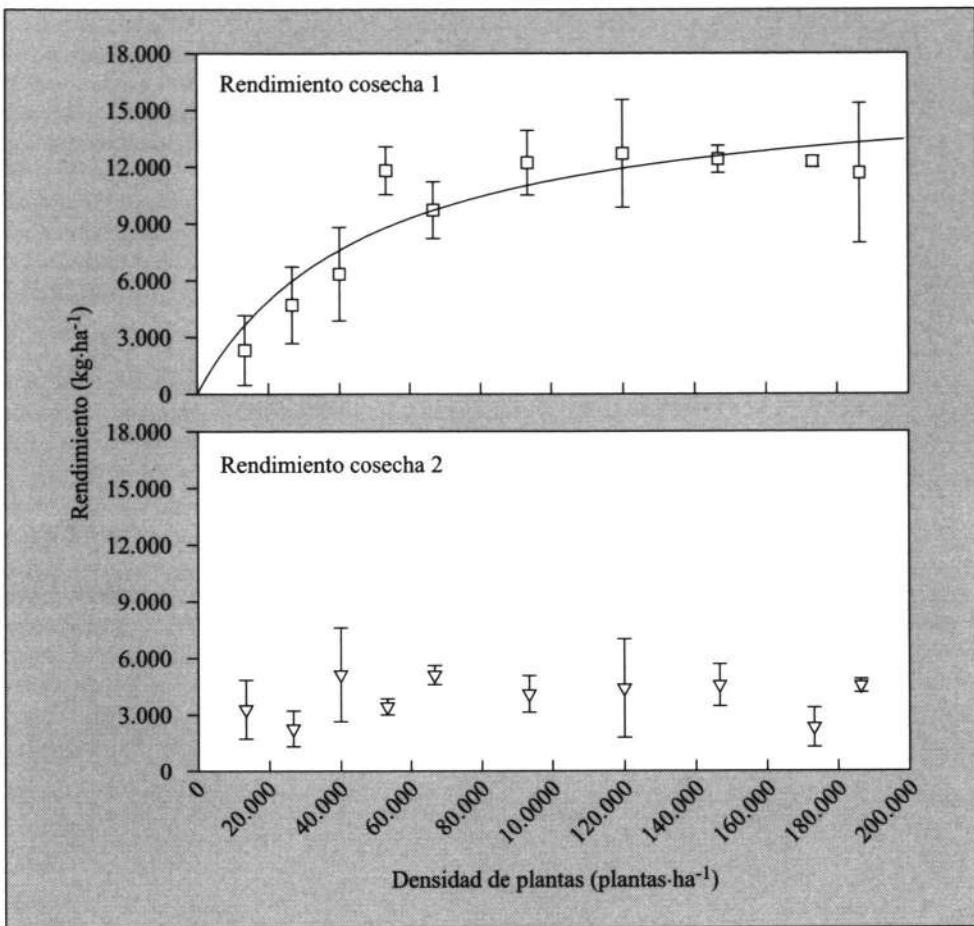


Figura 1

RENDIMIENTO EN LA PRIMERA Y SEGUNDA COSECHA EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA

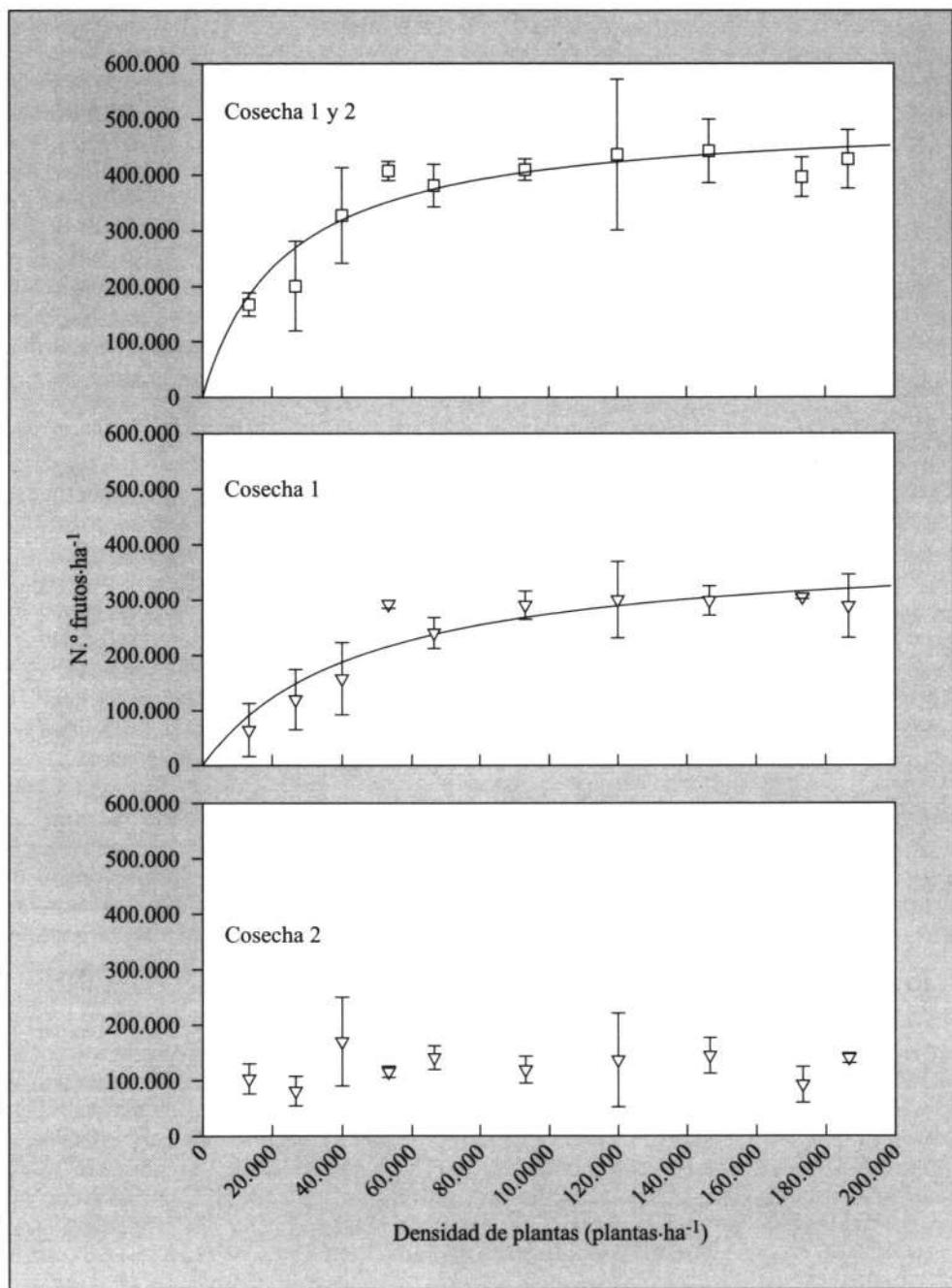


Figura 2

RENDIMIENTOS COMERCIAL EN LA PRIMERA Y SEGUNDA COSECHA  
Y TOTAL EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN

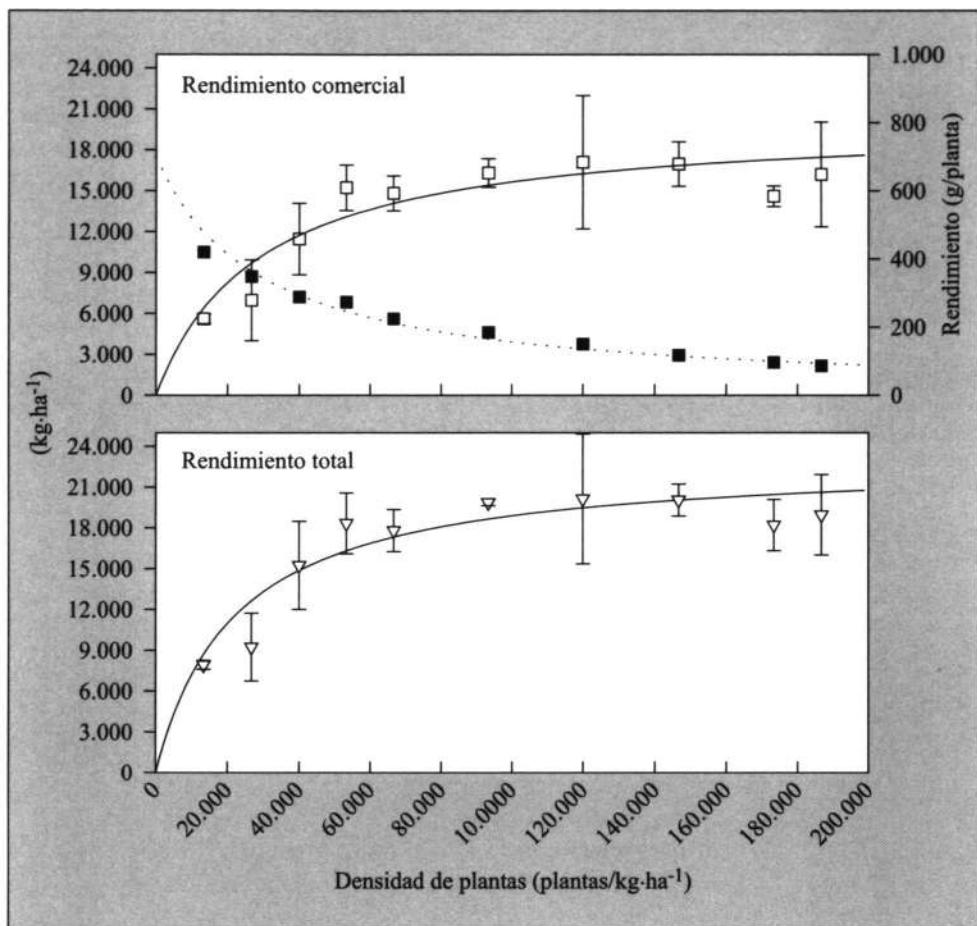


Figura 3

RENDIMIENTO COMERCIAL EN (kg · ha<sup>-1</sup>) POR PLANTA Y RENDIMIENTO TOTAL EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN

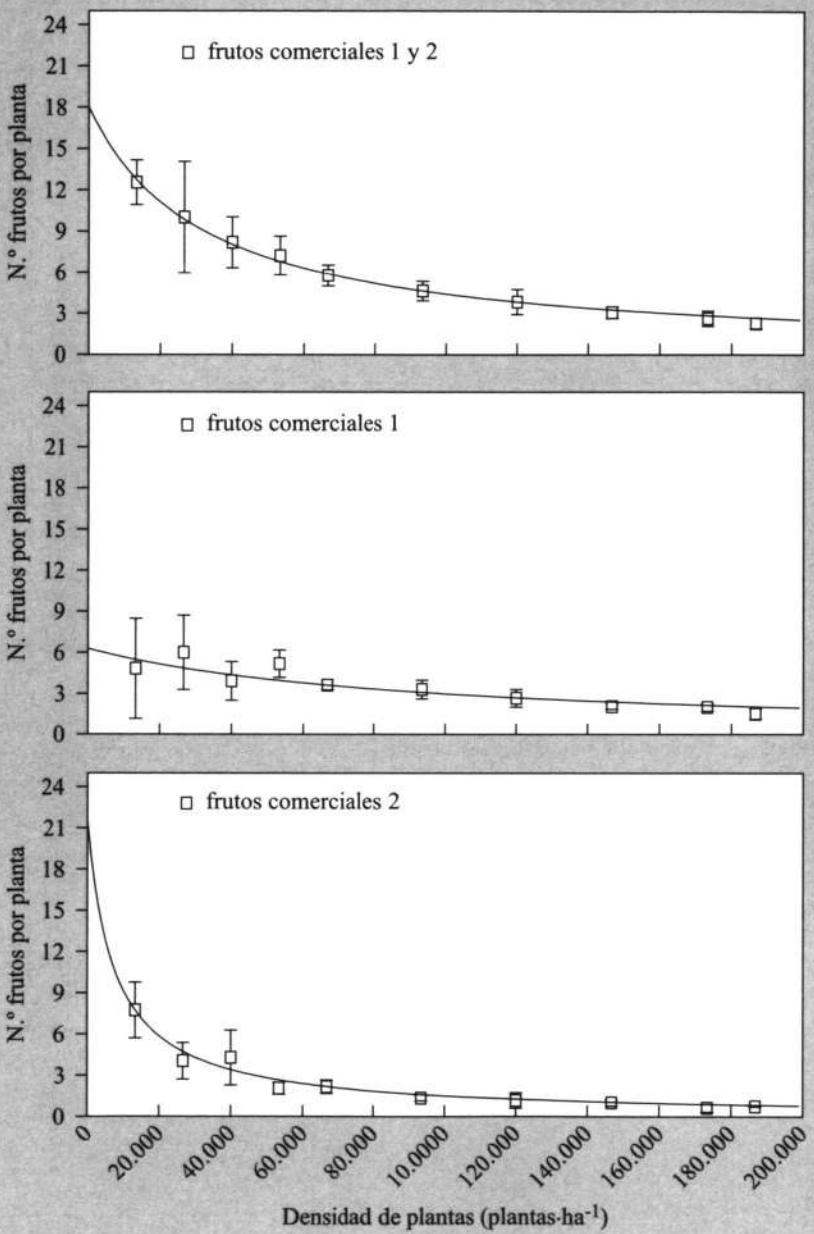


Figura 4

RENDIMIENTOS EN NÚMERO DE FRUTOS/PLANTA EN LA PRIMERA Y SEGUNDA COSECHA Y TOTAL EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN

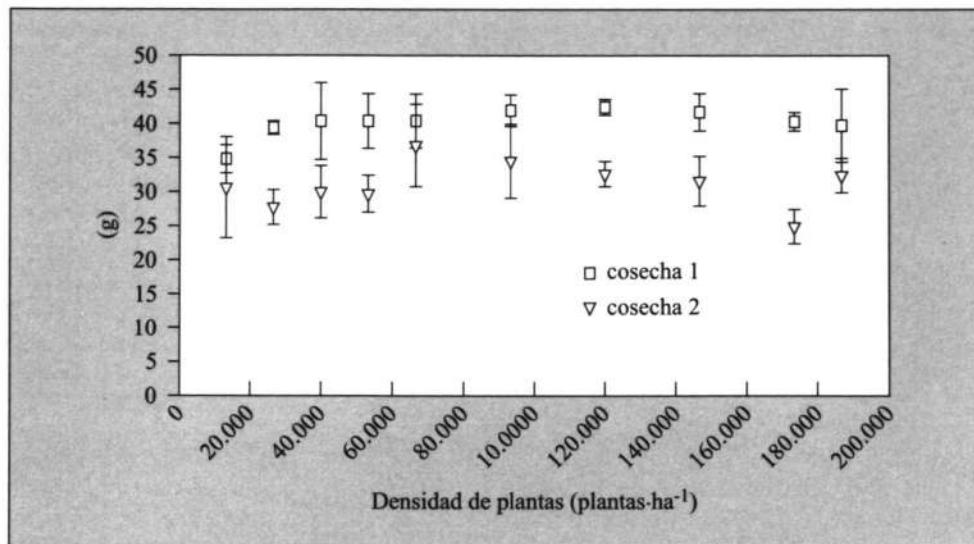


Figura 5

#### PESO UNITARIO DEL FRUTO EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN

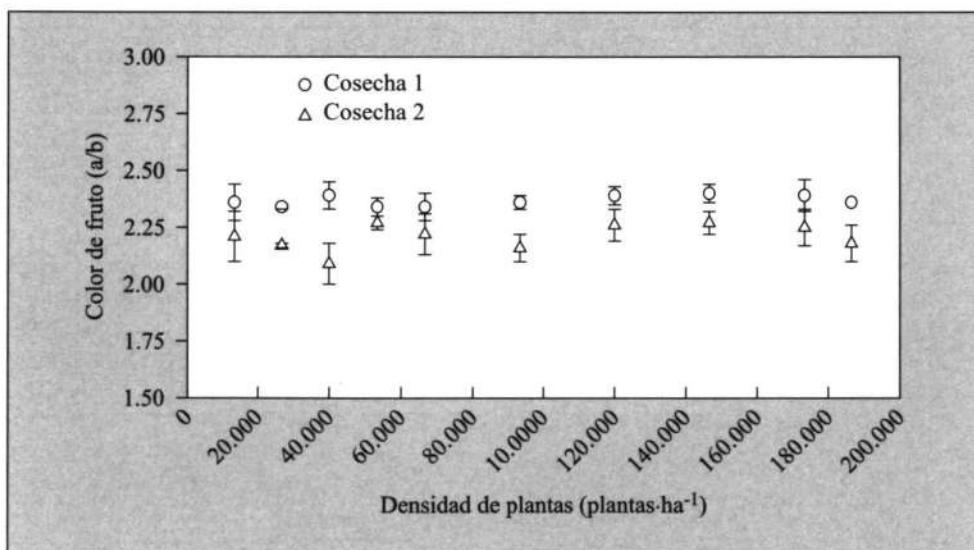


Figura 6

#### INTENSIDAD DE COLOR DE FRUTO (RELACIÓN a/b CIELAB) EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN

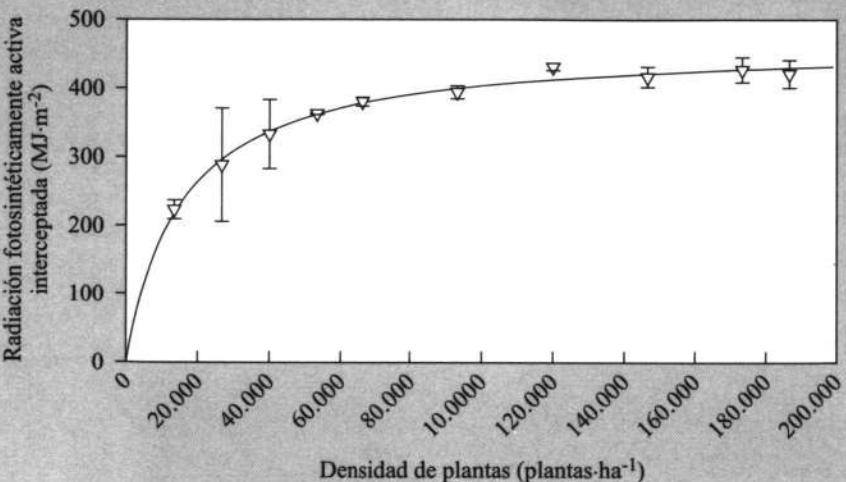


Figura 7

RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA ACUMULADA EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN

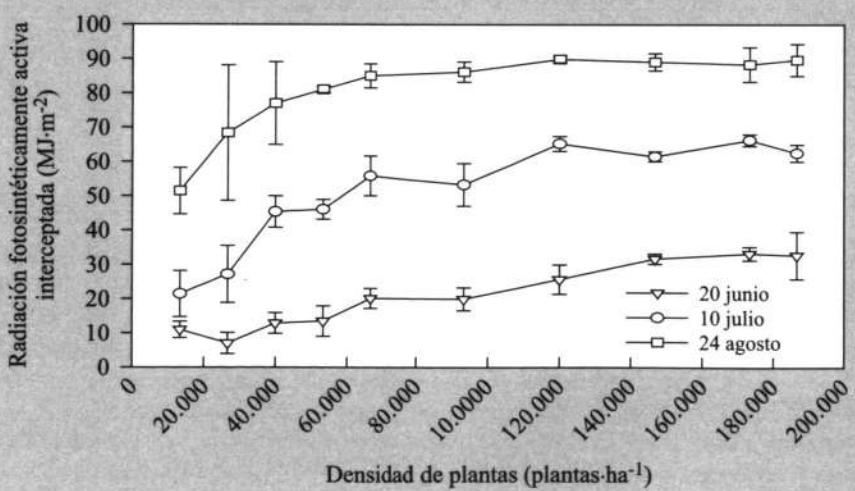


Figura 8

RADIACIÓN INTERCEPTADA ACUMULADA EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN EN TRES MOMENTOS DEL CULTIVO

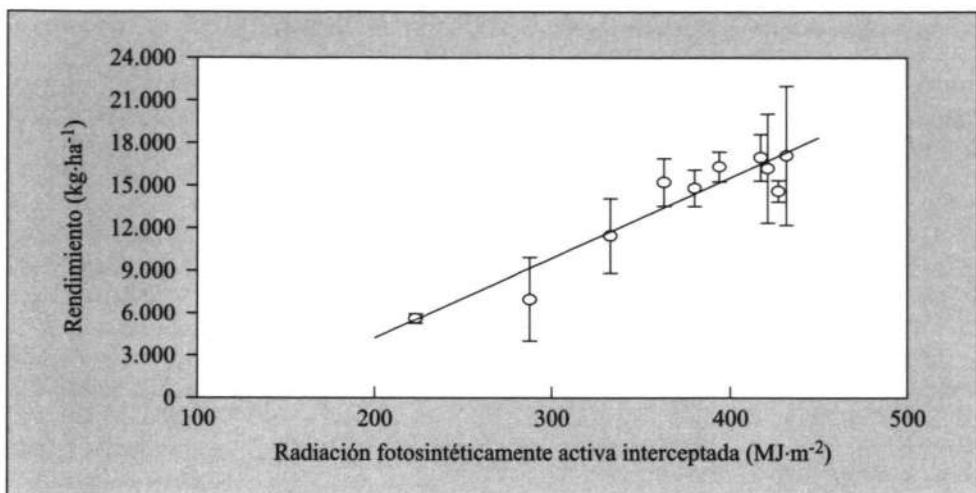


Figura 9

RENDIMIENTO EN FUNCIÓN DE LA RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA INTERCEPTADA