

# INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN Y EL TAMAÑO DEL TUBÉRCULO DE DOS CULTIVARES DE PATATA

P. ROBLES MAÑAS  
P. HOYOS ECHEVARRÍA  
R. PÉREZ RODRÍGUEZ  
A. RODRÍGUEZ CASTRO

Dpto. de Producción Vegetal. Fitotecnia de la Universidad Politécnica de Madrid.  
EUIT Agrícola. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid

S. MOLINA VIVARACHO

Centro de Experimentación Agraria de Marchamalo (Guadalajara)

P. TENA PANIAGUA  
TRAGSA. Guadalajara

## RESUMEN

En este trabajo se ha pretendido comprobar cómo influye la densidad de plantación sobre la producción y calidad (homogeneidad de calibres) del cultivo de la patata (*Solanum tuberosum* L.).

La patata es un cultivo en el que lo habitual, cuando se habla de densidades de plantación, es expresarlo en tallos por unidad de superficie, siendo lo más habitual, moverse entre 150.000 y 200.000 tallos·ha<sup>-1</sup>. Para convertir esta densidad en tubérculos a plantar, se admitió la hipótesis de que por tubérculo original se obtuvieran 3 tallos, con lo que las densidades plantadas serían: 120.000 tallos·ha<sup>-1</sup> (4.00 tub·m<sup>-2</sup>), 140.000 tallos·ha<sup>-1</sup> (4.67 tub·m<sup>-2</sup>), 160.000 tallos·ha<sup>-1</sup> (5.33 tub·m<sup>-2</sup>), 180.000 tallos·ha<sup>-1</sup> (6.00 tub·m<sup>-2</sup>) y 200.000 tallos·ha<sup>-1</sup> (6.67 tub·m<sup>-2</sup>).

Los cultivares ensayados, Monalisa y Agria, representan dos grupos diferentes de patatas: fresco lavado e industria, respectivamente.

La mayor producción total (todas las patatas recolectadas) se obtuvo con Monalisa (4.66 kg·m<sup>-2</sup>), valor estadísticamente superior al obtenido con Agria (3.95 kg·m<sup>-2</sup>), encontrándose también en los pesos medios de los tubérculos, 63.58 y 102.49 g, res-

pectivamente. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas (d.e.s.) entre las diferentes densidades, ni entre las combinaciones cultivar x densidad, la densidad parece no influir en el peso medio de las patatas.

En lo que a producción comercial se refiere (40-60 y 60-80 mm) destaca el hecho de que únicamente se detectaron d.e.s. entre cultivares, produciendo más patatas comerciales Monalisa ( $3.91 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) que Agria ( $3.26 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ). Ninguna combinación destacó sobre las otras. Globalmente no se apreciaron diferencias en la producción comercial atribuible a la densidad de plantación, aunque conforme aumentaba la densidad de plantación, también aumentaba algo la producción. Las patatas comerciales de Agria (172 g) fueron más grandes que las de Monalisa (132 g), no destacándose tampoco en este parámetro d.e.s. atribuibles a la densidad de plantación, aunque la variabilidad fue importante.

En Monalisa domina claramente el calibre 40-60, repartiéndose los tamaños de forma más equilibrada en Agria. El reparto entre los calibres comerciales es muy parecido en todas las densidades.

## INTRODUCCIÓN

La producción anual de patata en España asciende a 2501.8 toneladas, obtenidas en una superficie de 86900 ha, siendo el rendimiento medio de  $29 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . La producción obtenida de patata ha ido disminuyendo desde los 90 hasta la actualidad. La superficie destinada a este cultivo se ha visto también afectada, disminuyendo más de un 60 %. Por el contrario ha habido un aumento en el rendimiento que pasó de  $19.65 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a  $28.79 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , un 36.6 % más. La producción en España se concentra en Castilla y León, seguida de Andalucía y estando Castilla La Mancha en un quinto lugar.

El consumo de patatas frescas, que antes es como se utilizaba este producto, está disminuyendo mucho. Hoy se cultivan más patatas para satisfacer la demanda en aumento de las industrias de alimentos rápidos, aperitivos y alimentos de fácil preparación. Las principales razones de esta tendencia son: el aumento de la población urbana, el aumento de ingresos, la diversificación de la alimentación y el tiempo necesario para preparar el producto fresco para el consumo.

Un factor decisivo en la reducción de la superficie cultivada de patata en España fue el ingreso en la CEE. En 1985 la superficie de patata era de 330900 miles de ha, mientras que en el 2006 se plantaron únicamente 86.900 de ha, una reducción del 74%. La caída más brusca se produce de 1985 a 1995, año en que la superficie era de 206.000 ha (casi 40% menos). Tras la entrada en el Mercado Común se produjo una entrada masiva de patata, sobre todo francesa que no ha cesado de llegar incluso en algunos momentos con mayor volumen que el importante de los primeros años.

Cuando lo que se busca en un cultivo de patata es obtener una elevada producción, eso se consigue con densidades de tallos alta, hasta incierto límite; sin embargo, si la densidad de plantación es baja el rendimiento por hectárea es menor, aunque la producción por planta sea mayor que en el caso anterior. El otro aspecto a tener en cuenta es el tamaño de los tubérculos pues con una densidad alta el tamaño, para una misma producción será menor. También: a igualdad de condiciones (cultivar, edad de la planta, lugar del cultivo) las plantas cultivadas con una gran densidad producen un número menor de tubérculos, teniendo un rendimiento individual menor que las cultivadas con una densidad más débil (Villalobos, 2002).

Por tanto, la densidad de plantación no sólo influye sobre el número de tubérculos sino también en la distribución de éstos en los diferentes calibres; así a mayores densidades de población corresponden generalmente rendimientos más elevados en tubérculos de calibre pequeño y medio. Sin embargo, es difícil fijar una densidad de plantación ya que el nivel de competencia y el número de tallos por planta puede variar de un año para otro (Ellissèche y Pérennec, 1987).

La competencia entre plantas es tanto más importante cuanto menor sea la distancia de una planta a otra y por otra parte, la competencia dentro de la misma planta es tanto más importante por un lado cuanto mayor sea el número de tallos que tiene la planta y por otro, cuanto sea mayor sea la distancia entre plantas (Alonso, 2002).

Cuanto más elevado es el número de tallos·ha<sup>-1</sup> más numerosos son los tubérculos hijos. En definitiva, la producción depende del nivel de la densidad a la que se esté trabajando y del cultivar, en línea con lo apuntado por Rousselle y otros (1996), de que para un rendimiento dado, la distribución de la producción entre los diferentes calibres es función además, del calibre natural del cultivar.

En este trabajo, por tanto, se pretende conocer como influye densidad de plantación en la producción y el tamaño de los tubérculos y todo ello en dos cultivares que son representantes de dos tipos de patata: Agria, prototipo de patata con destino la industria y Monalisa, la patata hoy más demandada para fresco. Siendo cierto que son dos cultivares de patata muy diferentes y que llevarán a resultados forzosamente diferentes, se ensayan juntos para ver si las notables diferencias permiten conocer y por lo tanto orientar que densidades son adecuadas según el cultivar de que se trate o por el contrario si se pueden sacar conclusiones que sean extrapolables a cualquier tipo de patata.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Material vegetal**

Las patatas que se utilizaron en este ensayo fueron: AGRIA, de la empresa AGRI-CO, y MONALISA, de la empresa CLEMENTE.

### **Diseño del experimento y controles realizados**

El ensayo se llevó entre mayo y septiembre de 2007 en el Centro de Experimentación Agraria (CEA) de Marchamalo (Guadalajara). Partiendo de la densidad de plantación más frecuente, que es de 160000 tallos·ha<sup>-1</sup>, se elaboró un arco de densidades que van desde los 120.000 hasta los 200.000 tallos·ha<sup>-1</sup>, con una diferencias entre ellas de 20.000 tallos·ha<sup>-1</sup>, resultando finalmente 5 densidades de plantación: 120, 140, 160, 180 y 200.000 tallos·ha<sup>-1</sup>. Con la premisa de obtener 3 tallos·tub<sup>-1</sup> y con el fin de comprobar si existen diferencias en la producción, número de tubérculos, calidad y calibre de los mismos.

El diseño fue factorial en bloques al azar con tres repeticiones, siendo los factores las diferentes densidades de plantación y los cultivares. La parcela se plantó dentro de un cultivo de patata, para evitar el efecto borde entre repeticiones de una misma línea hubo un pasillo de un metro de separación.

La parcela elemental fue una línea de cultivo de 7 m de largo aproximadamente, separadas 0.8 m, siendo la separación entre tubérculos el factor a estudiar.

En la recolección se controló el peso y el número de tubérculos de cada parcela elemental por lo que se dispone de datos de producción, número de patatas obtenidas por unidad de superficie y peso medio de éstas. También se separaron las patatas según los calibres comerciales más habituales. Al mismo tiempo se separaron los tubérculos comerciales de los que no lo eran, contabilizándolos, al igual que los comerciales, tanto en peso y número, disponiendo de datos de producción y número de tubérculos no comerciales por unidad de superficie.

## **Cultivo**

### ***Plantación***

El 8 de mayo se llevó a cabo la plantación después de haber preparado el terreno formando caballones. La distancia entre líneas fue de 0.8 m y la longitud de las parcelas de 7 m aproximadamente, debido a que al ser diferentes las densidades los finales de parcela, múltiplos de las distancias entre tubérculos plantados no coinciden en los 7 m exactos. La profundidad de plantación fue de 8 a 10 cm.

Durante la preparación del terreno se incorporó un abonado de fondo (60 g·m<sup>-2</sup> del complejo 15-15-15) que se enterraron con las labores correspondientes. Después se asurcó el terreno dejando una distancia entre surcos de 0.8 m.

### ***Tratamientos fitosanitarios***

Se realizaron cuatro tratamientos fitosanitarios a lo largo del ciclo del cultivo. Las materias activas utilizadas fueron: Lambda-cihalotrin 2.5% p/p, Metalaxil 8% p/p y Mancozeb 64% p/p.

### ***Recolección***

La recolección se realizó el 6 de septiembre, pasados 120 días desde la plantación. Todas las patatas se recogieron bajo el mismo criterio y durante todo el día. El momento de la recolección fue el apropiado, ya que la parte aérea empezaba a desecarse y, el cultivo había entrado en la etapa fenológica de maduración. Como el destino final de éstas es para el consumo en fresco, podría esta fecha haberse adelantado o retrasado, dependiendo de la demanda del mercado, siempre dentro de unos límites ya que la falta de maduración puede ocasionar problemas de conservación. Sin embargo, la patata destinada a la industria de frito se debe recolectar siempre que se haya producido la senescencia natural de la patata (Escribano y Cañadas, 2000).

## **Calibres**

El calibre vendrá dado por la longitud en milímetros del lado de la retícula de una malla cuadrada, por la que de forma natural y más ajustada puedan pasar los tubérculos. El intervalo entre los calibres mayor y menor dentro de un mismo envase no será supe-

rior a 20 mm (MAPA, 1983; modificado en 1986). La relación de calibres finales fue de: < 20, 20 – 40, 40 60, 60 – 80 y > de 80 mm.

Con esta relación de calibres se hizo una distinción entre calibres comerciales y no comerciales. En el estudio trataremos todos los calibres, pero distinguiremos los calibres comerciales, que son aquellos que están comprendidos entre 40-80 mm de diámetro ecuatorial (patata de calidad), y los calibres no comerciales los que están por debajo y por encima de éstos, por ser muy pequeños y/o excesivamente grandes, para su comercialización, además en este grupo vamos a incluir todas las patatas de destrío (rotas y deformes).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Consideraciones previas

En este apartado se analizarán con detalle los resultados referidos a la patata llamada de “calidad”. En primer lugar se presentan los datos de todas las patatas obtenidas y su distribución en calibres, así como las rotas o estropeadas que entrarán en la patata destrío. Al comienzo se analiza la producción llamada comercial o de “calidad” que comprende los calibres 40-60 y 60-80 mm. Finalmente se analiza la producción total con todas las patatas cosechadas, con la intención de dar una idea del potencial de producción de cada cultivar en cada densidad de plantación, como si el agricultor comercializa todas las patatas que obtuviese.

Aunque en los dos cultivares dominan claramente los calibres considerados comerciales o de calidad, los perfiles de distribución entre ellos son muy diferentes, dominando en Monalisa el calibre 40-60 y en Agria los 60-80 (tabla 1 y figura 1), predominando en los dos cultivares la producción comercial que representa más del 70% en peso. En Agria hay algo más de un 10% de patatas de calibre grande o pequeño, predominando el grande y en Monalisa este porcentaje se centra casi exclusivamente en el calibre pequeño (tabla 1 y figura 1). Las patatas de destrío representan casi el doble en Agria que en Monalisa.

Las patatas de calibre menor de 20 mm tienen un peso insignificante (tabla 2 y figura 2) y normalmente quedarían en el campo confundidas con los terrones pues la cosechadora no los subirá al remolque. También los de calibre 20-40 quedan en pesos no comerciales, cercanos a los 20 g, son patatas de un peso que únicamente tienen interés en situaciones muy puntuales (patatas producidas en las Islas Baleares y Canarias con circuitos de comercialización muy restringidos) que nada tiene que ver con lo que ocurre en nuestra zona. Las patatas por encima de 80 mm apenas aparecen en Monalisa y son pequeñas cantidades en Agria, de un peso tan alto que únicamente tendrían cabida en algunas industrias que las emplearían para dados o similares, en definitiva parece de sentido común, descartarlas (tabla 2, figura 2).

Parece por tanto, lógico, centrarse en los calibres comerciales como se hará a continuación.

### PRODUCCIÓN

#### PRODUCCIÓN COMERCIAL

Se van a presentar los datos comerciales en tres niveles: producción, número de tubérculos cosechados y peso medio de los mismos.

## *Producción*

### **(a) Calibre 40-60**

Sólo se han encontrado d.e.s. entre los cultivares, siendo la producción obtenida con Monalisa claramente superior a la conseguida con Agria (tabla 3).

Al aumentar la densidad también aumenta la producción siendo la diferencia entre la producción de las densidades extremas de  $0.80 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , pero sin llegar a ser estadísticamente significativa esta diferencia.

No se encontraron d.e.s. entre las combinaciones de los dos factores. La fluctuación entre las producciones obtenidas por la mejor (Monalisa/6.67) y la peor (Agria/4.00) es cercana a los  $2.0 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , pero no suficiente para que sea estadísticamente significativa.

Como se puede apreciar en este calibre, la producción depende del nivel de la densidad a la que se esté trabajando y del cultivar en línea con lo apuntado por Rousselle y otros (1996), de que para un rendimiento dado, la distribución de la producción entre los diferentes calibres es función del calibre natural del cultivar.

### **(b) Calibre 60-80**

En el caso de los calibres de 60-80 mm no se encontraron d.e.s., aunque se observa aquí que Agria consigue una importante producción, casi el doble que Monalisa (tabla 3) aunque no recupera la gran diferencia conseguida por Monalisa en el calibre pequeño. En cambio, entre densidades se observa que no hay mucha fluctuación en la producción obtenida. Tampoco se ven d.e.s. entre los niveles de la interacción, siendo, en las combinaciones en que entra Agria en las que se obtienen mayores producciones (tabla 3 y figura 3).

### **(c) Global**

Únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre cultivares, siendo la producción obtenida con Monalisa claramente superior a la conseguida con Agria (tabla 3). Este resultado está bastante en consonancia con el obtenido en el calibre 40-60 (predominante en Monalisa), ya que las producciones obtenidas con el siguiente calibre no dan diferencias estadísticamente significativas.

No se encontraron diferencias atribuibles a la densidad, las producciones conseguidas con los diferentes niveles son muy parecidas y cercanas a  $3.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ . Se observa que al aumentar la densidad de plantas, la producción también va aumentando en casi  $0.20 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , por cada nivel de aumento de densidad.

Aunque la respuesta de los dos cultivares es diferente (figura 3) no se encontraron d.e.s. entre las combinaciones. La fluctuación entre las producciones obtenidas por la mejor (Monalisa/6.00) y peor (Agria/ 4.00) es cercana a  $1.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , pero no suficiente para que sea estadísticamente significativa. En este apartado parece también dominar lo apreciado en el calibre 40-60.

## *Número de tubérculos comerciales*

### **(a) Calibre 40-60**

Se han encontrado d.e.s. entre cultivares, siendo el número de tubérculos recolectados en Monalisa estadísticamente superior, en casi 20 tubérculos, al recolectado en Agria (tabla 3 y figura 4).

En este apartado se puede ver la influencia que tiene la densidad sobre el número final de tubérculos de este calibre, es decir, se ve que en cada nivel de este factor tiene un número diferente, pero que al aumentar la densidad o al disminuir la misma, se obtienen más o menos tubérculos (Ellisèche, 1987) (figura 4). La densidad que permite cosechar más tubérculos en este calibre es por tanto la más alta que llega a superar las 35 patatas.

Al final, en la combinación de estos dos factores, se observa que: en los dos cultivares varía de forma muy parecida el número de tubérculos en función de la densidad de plantación, a densidades más altas se obtienen más patatas (figura 4).

### ***(b) Calibre 60-80***

En este caso ocurre lo contrario a lo apreciado en el epígrafe anterior, siendo Agria estadísticamente superior a Monalisa, habiendo una diferencia de casi 3 patatas entre ellas (tabla 3 y figura 4).

Aquí la densidad no afecta tanto a la hora de obtener más o menos número de tubérculos, obteniéndose en la densidad de plantación  $5.33 \text{ tub}\cdot\text{m}^{-2}$  la mayor cantidad de patatas: 5.20 tubérculos y en la densidad inferior,  $4.67 \text{ tub}\cdot\text{m}^{-2}$ , el menor número de éstos ( $3.55 \text{ tub}\cdot\text{m}^{-2}$ ) (tabla 3).

En la interacción cultivar/densidad se puede ver mejor lo dicho en el párrafo anterior, es decir, si se varía la densidad con la que se plantan los tubérculos se van a obtener fluctuaciones entre el número de patatas obtenidas, así en Monalisa pueden dar desde casi  $2.00 \text{ tub}\cdot\text{m}^{-2}$  hasta más de  $6.00 \text{ tub}\cdot\text{m}^{-2}$  (tabla 3) (pero esta diferencia no llegar a ser estadísticamente significativa). En cambio, en Agria se ve que es un cultivar diferente a Monalisa, porque se obtienen más patatas, superando en todas las combinaciones el número de  $5.00 \text{ tub}\cdot\text{m}^{-2}$ .

### ***(c) Global***

Globalmente, Monalisa es estadísticamente superior, con 44 tubérculos, a Agria con 25 tubérculos comerciales. $\text{m}^{-2}$  (tabla 3). Casi dobla, en el número de patatas recolectadas Monalisa a Agria, es una clara evidencia de lo diferentes que son estos dos cultivares y como llegan a una producción similar con componentes de la producción distintos, pues es de esperar que si hay tanta diferencia en el número de tubérculos recolectados, una diferencia parecida pero de signo contrario se apreciará en el peso medio de las patatas.

Entre densidades de plantación no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas, pero ha habido un incremento en la producción de tubérculos según iba aumentando la densidad.

Entre las combinaciones tampoco se han encontrado d.e.s. Se han obtenido mayor número de patatas con Monalisa en todas las densidades siendo en cada caso la diferencia, del orden de lo señalado en general, al principio de este epígrafe (tabla 3).

### *Peso medio de los tubérculos comerciales*

#### ***(a) Calibre 40-60***

Se observa que el peso medio de Agria (casi 120 g) es claramente superior al de Monalisa (80 g), pero esta diferencia no llega a ser suficiente para que existan diferencias estadísticamente significativas (tabla 3 y figura 5).

En las densidades y en las interacciones hay datos difícilmente explicables y que hacen imposible un análisis en profundidad, siendo probablemente, esta errática variabilidad la causa de que no se hayan detectado diferencias entre cultivares a pesar de ser tan alta (casi 40 g) la diferencia entre los pesos medios antes señalados.

### **(b) Calibre 60 -80**

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares, siendo Agría estadísticamente superior a Monalisa, con 225.60 g de peso la primera y solo 184 g la segunda (tabla 3 y figura 5).

Aunque entre densidades de plantación no se han encontrado d.e.s., si parece haber respuesta aunque escasa.

Entre las combinaciones cultivar/densidad no hay diferencia de peso medio de los tubérculos obtenidos, siendo el cultivar Agría en todas las combinaciones superior a Monalisa (tabla 3 y figura 5). En este apartado se aprecian también valores erráticos aunque de menor entidad y por tanto más asumibles.

### **(c) Global**

Se han encontrado d.e.s. entre cultivares: Agría con un peso medio de más de 170 g supera claramente a Monalisa que se queda con un peso cercano a 130 g (tabla 3 y figura 5).

A menos densidad se cosechan patatas de pesos medios más altos encontrándose casos excepcionales, como ocurre con la densidad 4.67 tub·m<sup>-2</sup>, en la que se encuentran los pesos medios más altos (tabla 3 y figura 5). Esta respuesta es difícilmente explicable, siendo lógico, en trabajos posteriores confirmar este dato.

En la interacción de los factores cultivar/densidad se sigue apreciando que son dos cultivares muy diferentes (figura 5), ya que en Agría todas las combinaciones superan los 150 g de peso medio y en Monalisa están por debajo de esa frontera.

## PRODUCCIÓN TOTAL

Con la idea de reflejar el potencial de los cultivares y si éste es modificado por la densidad, se presentan a continuación los componentes de la producción total con todas las patatas recolectadas: grandes, pequeñas y sobre todo comerciales.

### *Producción*

Sólo se han observado diferencias estadísticamente significativas entre cultivares, siendo Monalisa estadísticamente superior, con una producción de más de 4.5 kg·m<sup>-2</sup>, a Agría (tabla 4).

La combinación Monalisa x 6,00 ha sido la más productiva, pero como ya hemos dicho, sin llegar a ser su diferencia con el resto de combinaciones estadísticamente significativa, alcanzó los 5.00 kg·m<sup>-2</sup> (tabla 4 y figura 6).

Aunque estadísticamente no se hayan detectado diferencias, si hay respuestas distintas de los cultivares según la densidad de plantación. Monalisa presenta las producciones más altas cuando está plantada a las densidades de 6.00 y 6.67 tub·m<sup>-2</sup>, sin embargo, en Agría podemos decir que se obtienen mayores producciones con las densidades de plantación de 5.33 y 6.67 tub·m<sup>-2</sup> (tabla 4 y figura 6).



### *Tubérculos totales*

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre cultivares. En total, con Monalisa se han obtenido gran número de tubérculos, siendo esta cantidad estadísticamente superior a la de Agria, en más de 30 tub·m<sup>-2</sup> (tabla 4 y figura 7).

Aunque entre las densidades de plantación no se hayan encontrado diferencias estadísticamente significativas, podemos decir que se obtiene respuesta: con la densidad de 5.33 tub·m<sup>-2</sup>, se consiguieron 5 tubérculos más que con 4.00 tub·m<sup>-2</sup>, y con la de 6.67 tub·m<sup>-2</sup> casi 10 tubérculos más que plantando 5.33 tub·m<sup>-2</sup> (tabla 4).

En las combinaciones de cultivar/densidad vemos en los dos cultivares que al aumentar la densidad de plantación aumentamos el número de tubérculos obtenidos, siendo el cultivar Monalisa en todas las combinaciones superior a Agria sin llegar a diferencias estadísticamente significativas (figura 7).

En conclusión y en línea con lo esperado (Borruey, 1997 y Ruousselle y otros, 1996) a mayor densidad de plantación, obtendremos mayor número de tubérculos.

### *Peso medio total*

Se han vuelto a encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares, siendo las patatas de Agria de mayor peso global que las de Monalisa (tabla 4 y figura 8).

Hay un aumento del peso hasta la densidad de plantación de 5.33 tub·m<sup>-2</sup> de 88.19 g, pero en densidades mayores disminuye hasta los 75.05 g, siendo la principal causa de esta disminución en peso la competencia por los nutrientes (Ellissèche y Pérennec, 1987). Esto viene a decir que, si aumentamos la densidad de plantación y con ello el número de tubérculos obtenidos, éstos se ven en una posición de competencia por la lucha de nutrientes, obteniendo así un peso medio de tubérculo menor (Alonso, 2002).

Si estudiamos lo que pasa en las combinaciones se ve una cosa muy parecida. En Monalisa/6.00 se alcanza el mayor peso medio de este cultivar con casi los 67 g y en Agria se alcanzan con 5.33, los 111 g (tabla 4 y figura 8).

## **RELACIÓN ENTRE EL CULTIVAR Y LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN**

Como se dijo en la introducción toda producción es el producto de diferentes componentes, pudiendo ser éstos independientes o por el contrario estar muy ligados, cual puede ser el caso del número de tubérculos cosechados y su peso medio, siendo normal que cuando se recolectan mas patata estas sean más pequeñas, como se ha referenciado en varios epígrafes a lo largo de este trabajo. Parece claro que conforme aumenta la densidad y por tanto que hay más competencia entre plantas, el peso medio de los tubérculos disminuye, aunque no tanto como cabría esperar pues la producción aumenta en densidades altas. Por ello, se va a analizar como va descendiendo el peso medio según aumenta la densidad y si este descenso es o no compensado por el aumento de densidad.

Se observa que el peso medio de los tubérculos de Monalisa (figura 9a) permanece casi constante independientemente de la densidad a la que se encuentre. En cambio, vemos que la producción aumenta, teniendo un coeficiente de correlación alto (0.83, altamente significativo) y un aumento de 16.00 kg·ha<sup>-1</sup> por cada unidad de aumento en la densidad.

Contrariamente a lo que ocurría en Monalisa, en Agría (figura 9b) mientras la producción sigue una tendencia parecida, la respuesta en el peso medio es diferente, aquí si se acusa el aumento de la densidad, bajando de forma importante sobre todo a partir de 5.33 tub·m<sup>-2</sup> plantados. Mientras las pendientes de incremento de la producción son bastante parecidas (figura 9 a y b), las del peso medio son muy diferentes.

El efecto del cultivar parece, una vez más y en línea con lo que se suponía, determinante. Agría es una patata más grande que con estos rangos de densidad no mantiene su tamaño y con cerca de 6 tub·m<sup>-2</sup> plantados cae de forma clara a partir de ese punto el peso medio disminuye de forma apreciable, pero la producción aún se mantiene por el aumento del número de tubérculos cosechados (tabla 4) que como se dijo era manifiestamente más alto. También parece claro que es posible que el arco de densidades elegido sea más favorable a Monalisa, que como se vio tiene mayor capacidad de emitir tallos (el número final de tallos·m<sup>-2</sup> emitidos es casi 2.5 veces mayor) que en Agría que tiene más dificultades de emitir tallos con densidades altas, ocurriendo además que con esa densidad de tallos, estos no pueden suministrar suficientes asimilados para que todos los tubérculos crezcan, cosa que la masa foliar conseguida con Monalisa si parece poder hacer en línea con lo señalado por Alonso en 2002. También Borruy (1997) señaló algo parecido: la producción aumentaba al hacerlo el número de tallos·m<sup>-2</sup> y que las patatas que se plantaban a mayores densidades obtenían, también, mayores producciones, pero a esta afirmación habría que añadir que esta respuesta depende mucho del cultivar y del rango de densidades a que se le esté sometiendo.

## CONCLUSIONES

El hecho de que Monalisa y Agría sean dos cultivares diferentes ha influido claramente en que los resultados atribuibles a la densidad no se detecta fácilmente, como podría haber ocurrido si se hubiese trabajado con cultivares más parecidos, ya que el único resultado concluyente es que Monalisa es más productivo que Agría, tanto si nos referimos a producción total como a producción comercial.

Aunque, globalmente, no se detectaron d.e.s., si se encontró relación entre la densidad de plantación y la producción comercial, pero el aumento de ésta, conforme se aumentaba la densidad era poco apreciable, por lo que no queda claro si es interesante aumentar la densidad.

El peso medio baja conforme aumenta la densidad Agría pero no lo hace así en Monalisa que se mantiene. La bajada, cuando se produce no es de gran entidad.

En Monalisa domina el calibre 40-60, produciéndose 5 veces más patatas de este calibre que del 60-80. Mientras que en Agría la relación varía algo menos, de 2 a 1. El peso medio en el primer caso es 132 y 172 g en el segundo. En general, la densidad de plantación influyó poco en el reparto de calibres comerciales, apenas se notó su efecto, ni globalmente, ni en cada cultivar.

En definitiva, parece claro que el arco de densidades elegido es más favorable a Monalisa que a Agría, pues aquella mantiene el peso medio y esta no lo consigue, aumentando en los dos casos la producción. Queda claro que: con dos cultivares tan diferentes en tamaño y en destino y por tanto en características cualitativas no es muy lógico trabajar de manera comparada en la respuesta ante cambios en la densidad de plantación. Cada cultivar tiene probablemente su arco de densidades en que se puede apreciar respuesta y en este caso es posible que se haya acertado con el de Monalisa y

no con el de Agría, por lo que sería conveniente en trabajos posteriores investigar sobre todo en lo que le iría bien a este cultivar y en Monalisa, si es posible, incrementar aún más la producción, aumentando la densidad sin que resienta el tamaño.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ALONSO (2002). El cultivo de la patata. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- BORRUEY AZNAR, A.R. (1993). Mejora del cultivo de la patata para industria en la provincia de Teruel. Institución Fernando el Católico. Zaragoza.
- BORRUEY AZNAR, A. R. (1996). Influencia del calibre, troceado y densidad de plantación de la semilla de patata sobre la producción y distribución de tamaño de los tubérculos. Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. Andalucía, 1997. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: 229-240.
- BORRUEY AZNAR, A. R.; COTRINA VILA, F.; MULA ACOSTA, J.; VEGA ACEDO, C. (2002). Resultados de los ensayos de cultivares de patata y controles de calidad y aptitud de transformación industrial. Campañas 1999 y 2000. Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. La Rioja, 2002. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: 197-212.
- BOURNE, M. C. (1978). Textura profile análisis. Food technology.
- ESCRIBANO MOLINERO, J.; CAÑADAS SÁNCHEZ, W. (2000). Ensayos de patata. Memoria ITAP 2000: 207-219.
- MAPA (1993). Norma de calidad para patata de consumo. Folleto interpretativo. Dirección general de la producción agraria. Madrid.
- MAPA (2007). Anuario de estadística agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Disponible en <http://www.mapa.es>.
- Rousselle, P; Robert, Y.; Crosnier, J.C. (coord.) (1999). La patata. Producción, mejora, plagas y enfermedades. INRA. Ed Mundi-Prensa. Madrid.
- VILLALOBOS, F.J.; MATEOS L.; ORGAZ F.; FERERES E. (2002). Fitotecnia. Bases y tecnologías de la producción agrícola. Ed. Mundi-Prensa. Madrid: 157-169.

**Tabla 1.** Porcentaje (en peso) obtenido de cada calibre según el cultivar y la densidad de plantación

Cultivar	Densidades (tub·m <sup>-2</sup> )	<20	20-40	40-60	60-80	>80	Destrío
Monalisa	4.00	0.25	12.42	66.02	18.03	—	3.27
	4.67	0.48	14.13	73.27	7.62	0.50	3.99
	5.33	0.32	11.49	69.01	15.52	—	3.66
	6.00	0.23	11.67	65.15	21.76	—	1.20
	6.67	0.51	13.33	72.18	10.52	—	3.46
Agria	4.00	0.37	5.14	45.83	35.71	5.91	7.05
	4.67	0.35	7.96	54.63	32.62	1.82	2.61
	5.33	0.24	6.43	44.01	32.75	6.52	10.05
	6.00	0.19	5.42	48.98	32.72	8.04	4.65
	6.67	0.14	7.46	57.04	29.16	3.10	3.10

Nota: los límites de cada calibre se expresan en mm y están referidos al diámetro ecuatorial de la patata.

**Tabla 2.** Pesos medios (g) obtenidos en cada calibre según el cultivar y la densidad de plantación

Cultivar	Densidades (tub·m <sup>-2</sup> )	<20	20-40	40-60	60-80	>80	Peso medio global
Monalisa	4.00	2.28	23.46	83.22	197.77	—	65.15
	4.67	3.78	23.18	78.19	184.38	290.00	58.21
	5.33	3.21	24.48	76.63	169.31	—	64.68
	6.00	2.67	23.74	81.89	179.76	—	66.99
	6.67	3.79	27.41	79.33	176.25	—	62.88
Agria	4.00	3.27	31.55	88.73	232.16	429.17	106.32
	4.67	4.71	23.94	141.55	231.82	427.50	109.30
	5.33	3.51	25.63	102.3	233.36	392.22	111.69
	6.00	2.94	22.13	86.08	212.06	347.50	97.85
	6.67	2.18	21.49	91.80	208.71	377.00	87.29

Nota: los límites de cada calibre se expresan en mm y están referidos al diámetro ecuatorial de la patata.

**Tabla 3.** Producción (kg·m<sup>-2</sup>), número de tubérculos por unidad de superficie y peso medio (g) obtenidos en los calibres comerciales en función de la densidad de plantación y el cultivar

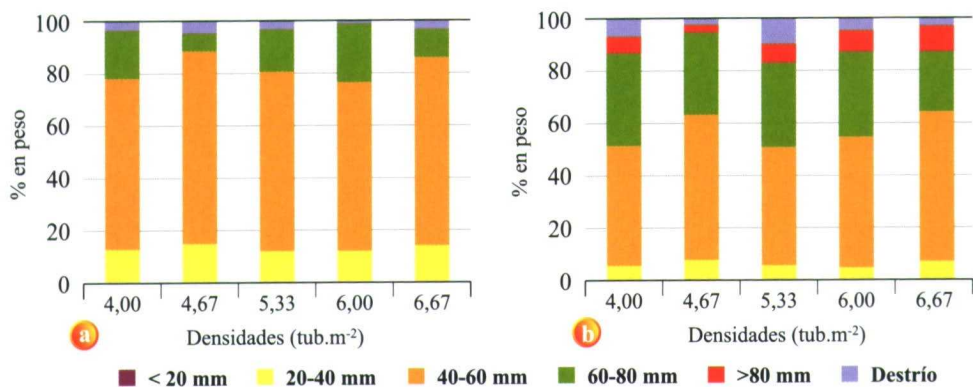
Factores	Producción			Número			Peso medio		
	40-60	60-80	Total	40-60	60-80	Total	40-60	60-80	Total
<b>Cultivar (C):</b>									
Monalisa	3.22 a	0.69	3.91 a	40.47 a	3.80 b	44.27 a	79.87	183.99 b	131.93 b
Agria	1.97 b	1.29	3.26 b	19.95 b	5.75 a	25.70 b	118.03	225.60 a	171.81 a
<b>Densidad de plantación (D):</b>									
4.00 (tub·m <sup>-2</sup> )	2.23	1.00	3.23	26.23	4.59	30.82	86.85	217.39	152.12
4.67 “	2.68	0.78	3.47	28.80	3.55	32.35	147.96	213.68	180.82
5.33 “	2.49	1.07	3.56	29.44	5.20	34.64	90.22	201.03	145.63
6.00 “	2.57	1.17	3.73	30.83	5.97	36.80	83.87	197.91	140.89
6.67 “	3.01	0.90	3.91	35.77	4.57	40.34	85.85	193.96	139.91
<b>Interac. CxD:</b>									
Monalisa x 4.00	2.85	0.73	3.58	34.39	3.65	38.04	83.22	203.57	143.40
Monalisa x 4.67	3.39	0.37	3.76	43.35	1.99	45.34	78.14	183.96	131.05
Monalisa x 5.33	3.06	0.72	3.78	40.19	4.27	44.46	76.90	170.92	123.91
Monalisa x 6.00	3.29	1.10	4.39	40.22	6.10	46.32	81.80	181.71	131.75
Monalisa x 6.63	3.50	0.52	4.02	44.22	2.96	47.18	79.29	179.81	129.55
Agria x 4.00	1.61	1.28	2.89	18.07	5.52	23.59	90.48	231.22	160.85
Agria x 4.67	1.98	1.20	3.18	14.24	5.10	19.34	217.78	243.39	230.59
Agria x 5.33	1.92	1.43	3.34	18.68	6.11	24.79	103.54	231.15	167.35
Agria x 6.00	1.84	1.24	3.08	21.44	5.83	27.27	85.95	214.11	150.03
Agria x 6.67	2.51	1.29	3.80	27.33	6.18	33.51	92.41	208.11	150.26

En columnas, letras diferentes tras los valores indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

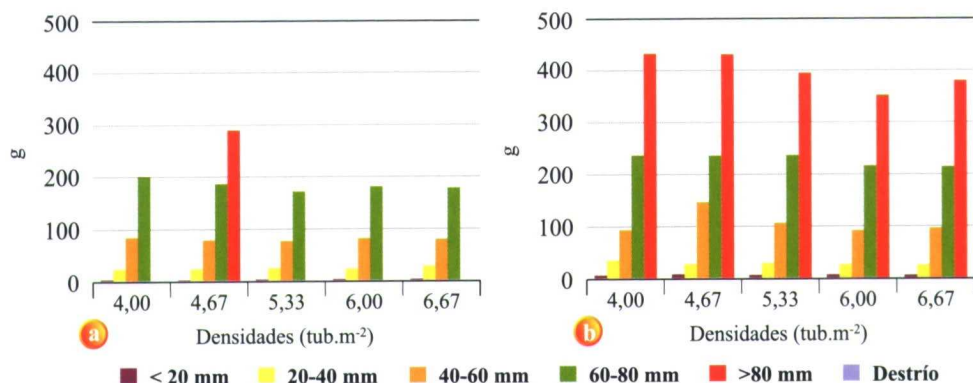
**Tabla 4.** Producción (kg·m<sup>-2</sup>), número total de tubérculos por unidad de superficie, peso medio (g) del tubérculo obtenido, tubérculos obtenidos por tubérculo original y número de tallos finales según el cultivar y la densidad de plantación

Factores	Producción	tub·m <sup>-2</sup>	Peso medio	tub·tuboring <sup>-1</sup>	Tallos·m <sup>-2</sup>
<b>Cultivar (C):</b>					
Monalisa	4.66 a	73.68 a	63.58 b	3.41 a	24.99 a
Agria	3.95 b	39.99 b	102.49 a	1.78 b	11.22 b
<b>Densidad de plantación (D):</b>					
4.00 (tub·m <sup>-2</sup> )	3.90	49.68	85.74	3.12	14.57 c
4.67 “	4.14	56.89	83.75	2.96	18.07 b
5.33 “	4.42	54.98	88.19	2.59	17.17 bc
6.00 “	4.41	57.71	82.42	2.17	19.19 ab
6.67 “	4.64	64.91	75.09	2.14	21.54 a
<b>Interacc. CxD:</b>					
Monalisa x 4.00	4.24	65.33	65.15	4.14	19.89
Monalisa x 4.67	4.64	79.77	58.21	4.20	24.99
Monalisa x 5.33	4.49	70.43	64.68	3.32	23.66
Monalisa x 6.00	5.05	75.47	66.99	2.79	26.94
Monalisa x 6.67	4.86	77.40	62.88	2.58	29.48
Agria x 4.00	3.57	34.03	106.32	2.11	9.24
Agria x 4.67	3.63	34.01	109.30	1.72	11.16
Agria x 5.33	4.34	39.53	111.69	1.85	10.68
Agria x 6.00	3.77	39.96	97.85	1.48	11.45
Agria x 6.67	4.42	52.42	87.29	1.76	13.60

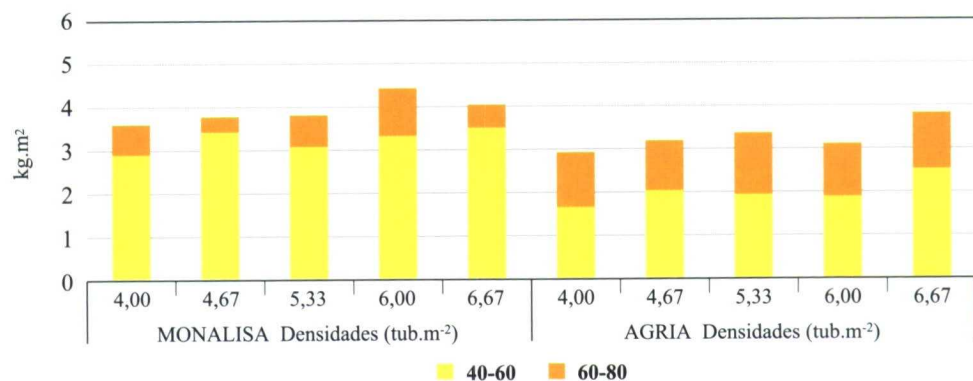
En columnas, letras diferentes tras los valores indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.



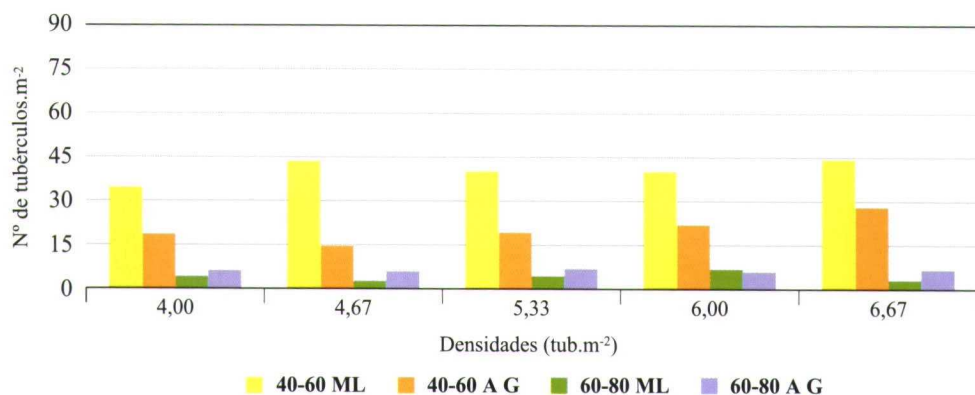
**Figura 1.** Porcentaje en peso, obtenido con las cinco densidades de plantación en Monalisa (a) y Agria (b)



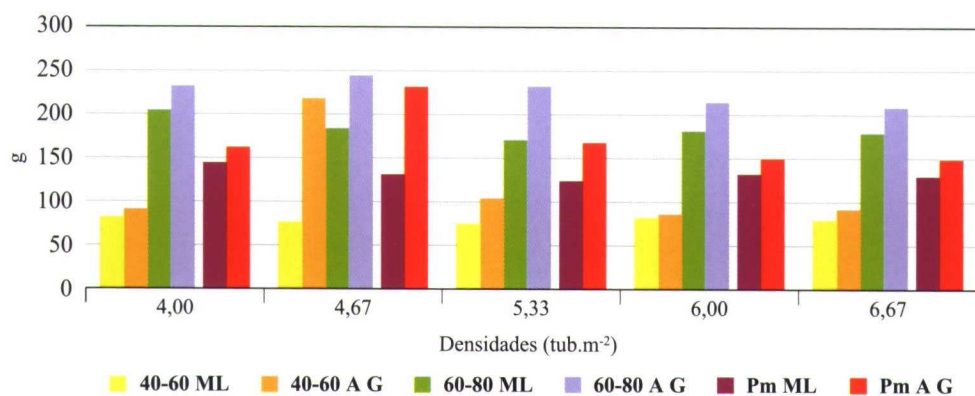
**Figura 2.** Peso medio de los tubérculos obtenidos en cada cultivar: (a) Monalisa y (b) Agria, según la densidad de plantación



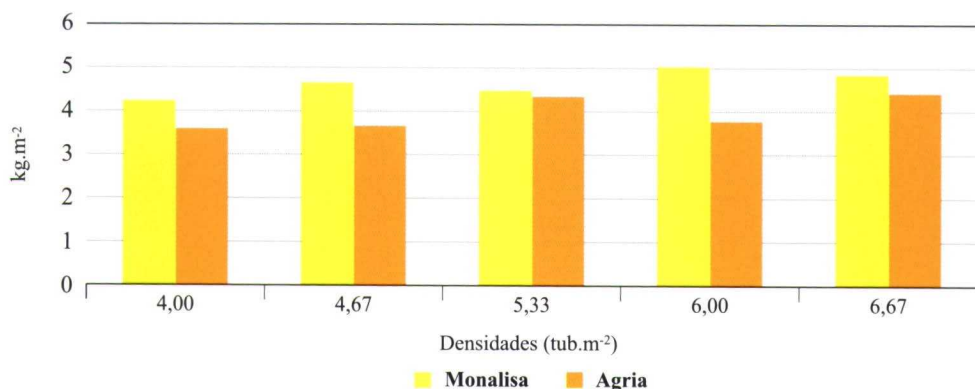
**Figura 3.** Producción en los dos calibres comerciales más habituales obtenidas en las distintas densidades con los dos cultivares



**Figura 4.** Número de tubérculos comerciales en los calibres: 40-60 y 60-80, según la densidad de plantación en Monalisa y Agria

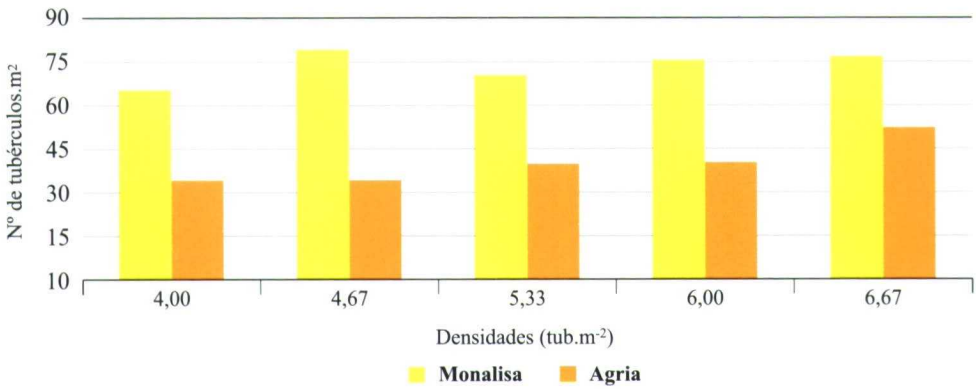


**Figura 5.** Peso medio de los tubérculos comerciales en los calibres comerciales según la densidad de plantación en Monalisa y Agria

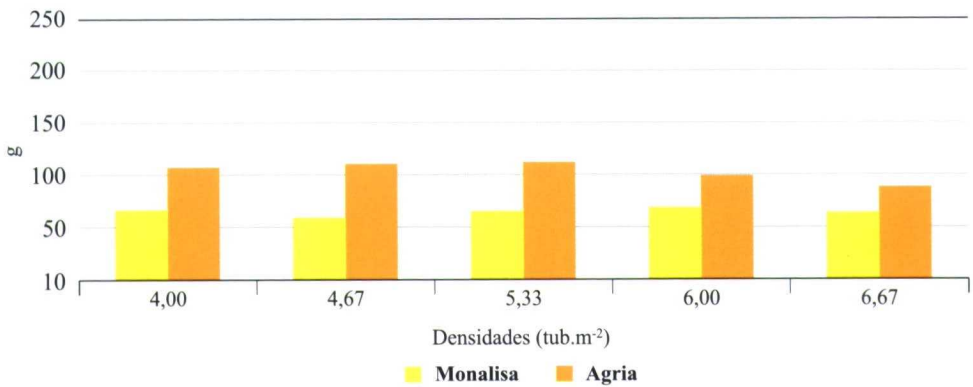


**Figura 6.** Producción total según las distintas densidades de plantación en Monalisa y Agria

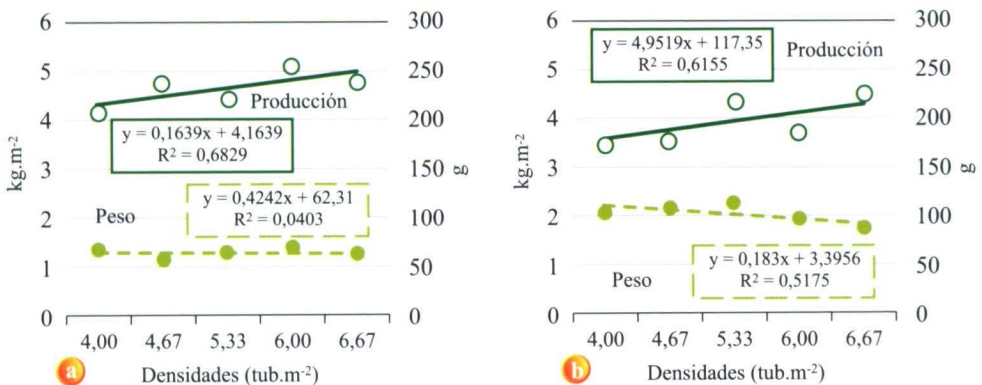




**Figura 7.** Número de tubérculos totales según la densidad de plantación en Monalisa y Agria



**Figura 8.** Peso medio total de los cultivares Monalisa y Agria en las distintas densidades de plantación



**Figura 9.** Influencia de la densidad de plantación sobre la producción y el peso medio final en Monalisa (a) y Agria (b)