

INFLUENCIA DE LA CADENCIA DE RECOLECCIÓN EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE DOS CULTIVARES DE JUDÍA VERDE

**PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA
RUTH PÉREZ RODRÍGUEZ**

(e-mail: pedro.hoyos.echevarria@upm.es)

Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia de la Universidad Politécnica
de Madrid.

E.U.I.T. Agrícola. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

**SOTERO MOLINA VIVARACHO
PATRICIA TENA PANIAGUA (*)**

Centro de Experimentación Agraria. Consejería de Agricultura de la Junta de Castilla-
La Mancha. Marchamalo (Guadalajara).

(*) TRAGSA. Guadalajara.

RESUMEN

La judía verde representa, en nuestro país, un caso atípico dentro de las hortalizas, ya que mientras el resto han sufrido incrementos importantes en su producción, ésta ha conocido una bajada relativamente significativa, de producirse 276.500 t en 1990 se ha pasado a sólo 214.000 t en 2006 (MAPA, 2007), esto es, se produce casi tres cuartas partes de lo que se producía a principios de los noventa. La superficie ha sufrido un descenso mucho más importante, compensado por el aumento de los rendimientos. Mientras las exportaciones apenas han subido (exportamos 23.977 t en 2005 frente a 21.358 t en 1990), las importaciones se han disparado, llegando en 2005 a 106.441 t, casi 15 veces lo que se importaba en 1990, debido probablemente a la gran cantidad de producto que está comprando fuera la industria congeladora para abastecer sus fábricas, cuyas necesidades no cubre la producción local. Entre las razones que ayudan a explicar el retroceso sufrido por este cultivo se encuentra el alto nivel de costes a que se enfrenta y la importante cantidad de mano de obra que precisa, sobre todo para la recolección; otra importante razón sería su alta sensibilidad a la salinidad que la hace muy vulnerable y difícil de mantener el cultivo cuando se emplean aguas de muy baja calidad, sobre todo en zonas mediterráneas, donde se sigue concentrando una gran parte de su cultivo (Andalucía: Almería, Granada y Málaga representan el 50% de su producción). También es un ejemplo claro

de sustitución de consumo de producto fresco, de alto precio, por producto congelado proveniente de zonas y sistemas de cultivo totalmente diferentes, por lo que la supervivencia del cultivo con destino al mercado fresco pasa por obtener una judía verde de alta calidad que justifique el alto precio que se ha de pagar por ella. La calidad, en este producto, está muy ligada a la recolección, que debe ser realizada cuando apenas sea perceptible la semilla en la vaina, y ésta haya alcanzado el máximo desarrollo posible, objetivo que hace necesario realizar recolecciones con muy pocos días entre ellas, principalmente cuando las condiciones de luz y sobre todo temperatura van siendo favorables para el desarrollo del fruto.

El ensayo que se presenta consistió en evaluar cómo influía la cadencia de recolección (se recolectó cada 2, 4 y 7 días) en la producción y calidad de dos cultivares: Nadal y Fasili, en cultivo de primavera en Marchamalo (Guadalajara). Se comprobó que conocer el momento óptimo de recolección es muy importante pues cuando una vaina alcanza su máxima longitud continúa ganando peso, pero también empieza a marcarse la semilla, lo que disminuye en gran medida su calidad comercial, por lo que habría que renunciar a tener más producción para preservar la calidad y por tanto reducir el tiempo entre recolecciones.

El aumento en el peso medio de las vainas a medida que aumenta el tiempo entre recolecciones es similar en los cultivares estudiados, lo que lleva a unos pesos medios globales de 11,26, 12,79 y 14,52 g, para las cadencias de 2, 4 y 7 días entre recolecciones, existiendo d.e.s. entre los tres valores. La producción comercial obtenida en cada combinación ha sido muy similar (osciló entre 4 y 4,5 kg/m²), no detectándose, en ningún factor ni combinación, d.e.s. La calidad fue evaluada con diferentes parámetros de los que cabe destacar la relación entre el peso de las semillas y la vaina completa, no apreciándose diferencias entre las combinaciones de cultivar y cadencia; sin embargo, sí que fueron importantes las diferencias entre los cultivares (globalmente en Nadal representó el 4,91% y en Fasili el 2,98%, siendo esta diferencia estadísticamente significativa), también existieron d.e.s. entre cadencias, siendo el porcentaje de la cadencia de 7 días (6,11%) estadísticamente superior al de las cadencias de 4 y 2 días, que alcanzaron valores de 3,07 y 2,66%, respectivamente. En Nadal, cada día que se retrasa la recolección, la relación antes citada crece un 0,86% y sólo 0,57% en Fasili.

INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas en España ha ido en aumento en los últimos años, debido fundamentalmente al aumento en los rendimientos obtenidos en la producción, pues la superficie destinada a la misma descende año atrás año (M.A.P.A. 2007). En el caso de la judía verde para fresco, aunque la producción española ha ido en aumento en la década 90-99 hasta llegar al máximo de producción en el 99, a partir del año 2000 la producción está disminuyendo año tras año, al igual que la superficie dedicada a este cultivo, que también ha ido disminuyendo cada año desde el año 90 (Anuario Estadístico Agroalimentario 2003, M.A.P.A.). La judía verde para fresco constituye un caso atípico dentro de las hortalizas ya que mientras el resto han sufrido incrementos importantes en su producción, ésta ha conocido una bajada relativamente importante. De producirse 276.500 t en 1990 se ha pasado a sólo 214.000 t en 2006 (MAPA, 2007), esto es, se produce casi tres cuartas partes de lo que se producía a principios de los noventa. La superficie ha sufrido un descenso mucho más importante, compensado por el aumento de los rendimientos. Mientras las exportaciones apenas han subido (exportamos 23.977 t en

2005 frente a 21.358 t en 1990), las importaciones se han disparado, llegando en 2005 a 106.441 t, casi 15 veces lo que se importaba en 1990, debido probablemente a la gran cantidad de producto que está comprando fuera la industria congeladora para abastecer sus fábricas, cuyas necesidades no cubre la producción local, y a los bajos precios que puede comprarse en Egipto y Marruecos.

Entre las razones que ayudan a explicar el retroceso sufrido por este cultivo se encuentra el alto nivel de costes a que se enfrenta y la importante cantidad de mano de obra que precisa, sobre todo para la recolección; otra importante razón sería su alta sensibilidad a la salinidad que la hace muy vulnerable y difícil de seguir en cultivo cuando se emplean aguas de muy baja calidad, sobre todo en zonas mediterráneas, donde se sigue concentrando una gran parte de su cultivo (Andalucía: Almería, Granada y Málaga representan el 50% de su producción).

La recolección, que representa el coste más importante del cultivo, no se puede realizar mecánicamente, es laboriosa y requiere una elevada mano de obra, por este motivo los agricultores aumentan el número de días entre ellas, con el fin de realizar menos recolecciones en el mismo tiempo y cosechar el máximo cada vez. Pero aumentando el tiempo entre recolecciones se pierde calidad en los frutos. Esta preocupación por reducir los costes de recolección ha hecho que, en los últimos años, hayan surgido nuevos cultivos cuyos frutos son de mayor tamaño y peso, casi el doble de los anteriores, con lo que aumenta de forma clara la eficiencia de la recolección.

La judía es también un ejemplo claro de sustitución de consumo de producto fresco, de alto precio, por producto congelado proveniente de zonas y sistemas de cultivo totalmente diferentes, por lo que la supervivencia del cultivo con destino al mercado fresco pasa por obtener una judía verde de alta calidad que justifique el alto precio que se ha de pagar por ella.

Como ya se ha dicho, en judía verde la recolección representa la parte más importante del coste del cultivo, por lo que la mayoría de los agricultores intentan separar las recolecciones en el tiempo con el fin de cosechar el máximo cada vez. Sin embargo, aumentar el tiempo entre recolecciones se traducirá en pérdidas de calidad obteniéndose judías menos tiernas y con más materia seca (López Gálvez, 1991) ya que se formarán fibras y hebras (Serrano, 1996) y aumentará el tamaño de la semilla. La recolección debe ser realizada cuando apenas sea perceptible la semilla en la vaina, y ésta haya alcanzado el máximo desarrollo posible, objetivo que hace necesario realizar recolecciones con muy pocos días entre ellas, principalmente cuando las condiciones de luz y sobre todo temperatura van siendo favorables para el desarrollo del fruto. El mercado es muy exigente y demanda frutos con vainas tiernas, pero no demasiado, con el grano poco marcado.

Durante la época de recolección, las recolecciones suelen distanciarse entre 2 y 7 días una de otra, dependiendo de la variedad cultivada, ciclo del cultivo y época de recolección. Las cadencias elegidas para este ensayo fueron de 2, 4 y 7 días, intentando cubrir la mayoría de las posibilidades que se le pueden presentar a un agricultor, que suele ser en estas fechas cosechar entre una y tres veces por semana. Estos tiempos marcados no se pudieron cumplir en la totalidad de los casos, puesto que algunos de los días previstos para efectuar la recolección eran festivos o fines de semana, y en estas ocasiones, el fruto se recogía el primer día posible, pero no se tenía en cuenta a la hora de evaluar la calidad, y se procedía a iniciar el nuevo periodo de recolección a partir de ese momento.

Las parcelas que tenían fijada la cadencia de 2 días se recolectaron respetando el ciclo establecido en el 65% de los casos, las de 4 días en el 72% y las de 7 días en el 75%. Por esta razón en este ensayo se van a diferenciar dos partes: la primera, en la que se

estudia la producción, el número de frutos por unidad de superficie y el peso medio de las vainas cuando las recolecciones fueron mayoritariamente cada 2, 4 y 7 días; y la segunda, en la que se estudia el peso medio y ciertos parámetros de calidad teniendo en cuenta únicamente las recolecciones en que sí había transcurrido el tiempo entre recolecciones señalado de 2, 4 y 7 días.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal

Para el desarrollo de este ensayo se han elegido los siguientes cultivares:

FASILI RZ: (Rijk Zwaan) Cultivar de judía de enrame tipo larga. Planta vigorosa que permite un largo ciclo productivo. Se trata de una variedad muy productiva y con un potente sistema radicular, adaptada para cultivos tempranos y medios de otoño y muy especialmente para su cultivo para toda la primavera. Las vainas son largas (de 24-26 cm), estrechas (más estrechas que las variedades actuales) y muy carnosas, retrasando considerablemente el marcado del grano. Las vainas son de color verde brillante, destacando por su gran uniformidad. Resistente al virus del Mosaico Común de la Judía (BCMV) y poco sensible a la sutura marrón. Recomendamos su siembra en los meses de agosto y septiembre (para cultivos de otoño) y a partir de enero para cultivos de primavera, tanto bajo plástico como malla o al aire libre.

NADAL: (Nunhems) Judía de enrame tipo Helda de porte medio. Planta de vigor medio y producción concentrada. Prefiere situaciones de gran luminosidad. Adaptada tanto a cultivos protegidos como bajo malla o al aire libre. Vainas de 23-24 cm de longitud y 21-23 mm de anchura, plana, carnosas, sin hilo y sin escasa tendencia a marcar grano. Color verde medio. Se recomienda densidades superiores a 22.000 semillas/ha y recolectar más a menudo. Resistencia intermedia al virus del Mosaico Común de la Judía (BCMV).

Diseño estadístico. Planteamiento del ensayo. Marco de plantación

El diseño adoptado fue en bloques al azar con tres repeticiones. La parcela elemental era de 4 m².

En cada recolección se controló el peso y el número de frutos recolectados en cada parcela elemental, por lo que se dispone de datos de producción, número de frutos obtenidos por unidad de superficie y peso medio de los mismos. A lo largo de todo el estudio se tomaron muestras representativas consistentes en tres frutos por cada parcela elemental para evaluar en laboratorio su calidad comercial. Además, en todas las recolecciones se separaron los frutos comerciales de los que no lo eran.

Cultivo

Siembra y aclareo

La siembra en el invernadero se realizó el 22 de marzo directamente en el suelo, depositándose tres semillas por golpe de forma manual. El marco de siembra fue de 1 m entre líneas y 0,33 m entre golpes dentro de la línea, con lo que se obtuvo una densidad

de 6 plantas/m². Posteriormente, para conseguir dos plantas por golpe (6 plantas/m²) se aclararon las sobrantes.

Las labores de preparación del terreno consistieron en hacer un pase con subsolador, otro con cultivador y otro con rotovator.

Entutorado y poda

El entutorado es imprescindible en el cultivo de judía verde de enrame para permitir su crecimiento vertical, guiarla de modo que aproveche mejor la luz y se favorezca la ventilación, reduciéndose el ataque de enfermedades, mejorándose la calidad y la producción. Se utilizó un hilo de rafia sujeto a un alambre horizontal colocado a 2 m del suelo, que se dejó caer sin necesidad de atarlo a la parte inferior de las plantas, ya que éstas, a medida que van creciendo, se fijan al hilo con los zarcillos, no siendo necesario ayudarlas, lo que supone un ahorro en cuanto a mano de obra.

La poda se realizó despuntando las plantas cuando sobrepasaron el alambre de la estructura de entutorado, a una altura de 2 m, para favorecer la emisión de nuevos brotes laterales.

Riego y abonado

Durante la preparación del terreno se incorporaron 100 g/m² del complejo 9-18-27 que fueron enterrados con las labores preparatorias.

Como abonado de cobertera se aplicaron semanalmente 2 g/m² de nitrato potásico durante las tres semanas posteriores a la primera recolección.

El agua de riego fue aplicada por medio de goteros interlíneas, tipo husillo, de caudal nominal de 4 l/h⁻¹. La siembra se hace tras dar un riego y cuando el suelo está en tempero, porque en este cultivo es aconsejable no regar después de sembrar, y el primer riego se debe dar lo más tarde posible para evitar problemas de cuello.

Defensa fitosanitaria

En este cultivo hubo problemas de araña roja, por lo que se efectuaron dos tratamientos a lo largo del periodo del cultivo.

- 19 de mayo: Imidacloprid 20% p/v.
- 16 de junio: Abamectina 1,8% p/v.

Las malas hierbas se controlaron de forma manual.

Parámetros morfológicos y de calidad controlados.

- Peso de la vaina: se pesó con una balanza digital de precisión decimal. Se expresa en gramos.
- Peso de las semillas de la vaina: se pesaron todas juntas con una balanza digital de precisión de milésimas de gramo. Se expresa en gramos.
- Porcentaje del peso de las semillas en la vaina: se calculó mediante el cociente del peso de las semillas y el peso de la vaina.

RESULTADOS DISCUSIÓN

Como ya se ha dicho anteriormente se van obtener dos tipos de resultados en función de si las recolecciones fueron mayoritariamente con la cadencia elegida (**A**), el 65% en la de 2 días, el 72% en la de 4 días y el 75% en la de 7 días, o si las recolecciones se efectuaron siempre con la cadencia elegida (**B**). Por ello, en los resultados obtenidos en la producción y el número de vainas por unidad de superficie se han tenido en cuenta todas las recolecciones, por lo que se debe decir que los resultados que se han obtenido son cuando las recolecciones fueron mayoritariamente cada 2, 4 y 7 días. Sin embargo, el peso medio de las vainas se ha estudiado tanto utilizando todas las recolecciones que fueron mayoritariamente con la cadencia elegida, como utilizando únicamente las recolecciones en las que sí trascurrieron estrictamente las cadencias elegidas, que se han utilizado también para evaluar la calidad de las vainas.

A) CUANDO LAS RECOLECCIONES SON MAYORITARIAMENTE CON LAS CADENCIAS ELEGIDAS

Producción

Las producciones de las recolecciones puntuales son más altas en la cadencia de 7 días que en la de 4 y en la de 2, el tiempo que transcurre entre recolecciones condiciona claramente la cantidad de judías verdes que se recolecta cada vez que toca hacerlo en cada una de las cadencias. Por esta razón los picos que se detectan en la figura 1 son engañosos, ya que las líneas de las cadencias de 2 días están formadas por el triple de puntos que las de 7 días.

Con todo, sí se detecta un subir y bajar de la producción, que se podría resumir en dos momentos de producción alta y un tercero de producción baja (entre el 8 y el 23 de junio), que se podría atribuir al efecto sumidero.

Para seguir, por tanto, la marcha de la producción a lo largo del tiempo, sería más correcto apoyarnos en la producción acumulada tal como queda reflejado en la figura 2, en donde la evolución de las distintas combinaciones es muy similar, apreciándose en todos los casos el parón de producción que se produce a partir del 5 de junio (75 días tras la siembra) y que se mantiene hasta el 25 de dicho mes, momento a partir del cual la recuperación es similar en todas las combinaciones, menos en Nadal con la cadencia de 4 días, que se destaca debido a las últimas recolecciones. Al principio este cultivar en todas las cadencias ha estado por encima de Fasili (figura 2), igualándose ambos en el momento que se ha denominado parón de producción, comportándose a partir de entonces de forma similar en todas las combinaciones, menos la excepción señalada.

Para analizar con detalle la producción, a continuación se estudia lo que varía mes a mes, rematando con el análisis estadístico de la producción total.

Producción mensual

En **mayo**, únicamente se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre cultivares, siendo Nadal superior a Fasili (tabla 1). La cadencia de recolección apenas ha influido en la producción, obteniéndose en todos los casos producciones similares.

La respuesta de los cultivares es diferente al variar la cadencia de recolección; al pasar de 2 a 4 días, mientras en Nadal aumenta la producción ligeramente, en Fasili baja, y cuando pasamos de 4 a 7 días es al revés, en Nadal baja ligeramente y en Fasili sube, también ligeramente (figura 3a).

Nadal se ha comportado por tanto como un cultivar más precoz que Fasili, con independencia de la cadencia de recolección.

Al igual que en el mes anterior, en **junio** únicamente se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre cultivares, siendo este mes Fasili estadísticamente superior a Nadal. La respuesta de los cultivares es similar al variar la cadencia: la producción aumenta cuando se pasa de 2 a 4 días, y disminuye cuando se pasa de 4 a 7 días en ambos cultivares (figura 3b).

En el mes de **julio** no se han detectado diferencias estadísticamente significativas en ningún factor ni en la interacción de ambos. Las producciones obtenidas por los dos cultivares han sido muy similares, al igual que la obtenida en cada una de las combinaciones (figura 3c), aunque las mayores producciones se han dado con la cadencia de 4 días, sin apenas diferencias entre cultivares.

Producción total

No se han detectado diferencias estadísticamente significativas en ningún factor ni en la interacción de ambos.

La mayor producción se ha obtenido en Nadal (tabla 1). Se aprecia un comportamiento similar de las cadencias de recolección, la producción más alta se obtiene en la cadencia de 4 días, la menor en la cadencia de 7 días, quedando en un lugar intermedio la cadencia de 2 días (tabla 1). Cuando se pasa de recolectar cada 2 días a 4, se produce un ligero aumento en la producción, pero cuando se pasa de 4 a 7 días ocurre lo contrario y la producción obtenida disminuye.

La combinación con la que mayor rendimiento se ha obtenido ha sido Nadal en la cadencia de 4 días, seguida de Fasili en la misma cadencia, y los rendimientos más bajos se han obtenido en el cultivar Fasili con la cadencia de 7 días, seguido del cultivar Nadal con la misma cadencia (tabla 1 y figura 3d).

Número de vainas por unidad de superficie

El número de vainas recolectadas puntualmente es más alto en la cadencia de 7 días que en la de 4 y que en la de 2. Este parámetro sigue una evolución a lo largo del ciclo muy similar a la producción, pues también se detecta un subir y bajar en el número de vainas recolectadas que se puede resumir en dos momentos de producción alta y uno de producción baja (figura 4). Para analizar lo ocurrido aquí, también parece más lógico emplear la gráfica del número de vainas acumuladas (figura 5), apreciándose que la marcha de las distintas combinaciones es muy parecida, apreciándose en todos los casos un parón de producción que se produce a partir del 5 de junio (75 días tras la siembra) y que se mantiene hasta el 25 de dicho mes (95 días después de la siembra), momento a partir del cual la recuperación es similar en todas las combinaciones.

Aunque era de esperar que las combinaciones en las que las vainas eran recolectadas cada 2 días obtuvieran mayor número de frutos por unidad de superficie que las recolectadas cada 4, y éstas que las recolectadas cada 7, ha sido Nadal en la cadencia

de 4 días la que ha dado el mayor número de frutos, siendo también la que mayor producción ha obtenido, y quedando más distanciada de las demás combinaciones. Con la cadencia de 7 días se ha obtenido el menor número de frutos por unidad de superficie, lo que podría explicar que con esta cadencia también se obtuvo la menor producción (figura 5).

Teniendo en cuenta que la producción se compone del número de vainas obtenidas y del peso medio de las mismas, y que por lo tanto a medida que aumenta el tiempo entre recolecciones el tamaño de las vainas también aumenta, el número de vainas obtenidas con una cadencia de 2 días debería ser mayor al número de vainas obtenidas con una cadencia de 4 días, y éste que con una de 7.

Número de vainas por unidad de superficie, mes a mes

En el mes de **mayo** únicamente se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre cultivares, Nadal ha superado claramente a Fasili (tabla 2). La cadencia de recolección afecta de distinta manera a los cultivares, mientras que en Nadal con cadencia de 4 días se obtiene el mayor número de frutos, es en Fasili con igual cadencia en el que se obtiene el menor (tabla 2 y figura 6a).

En el mes de **junio**, únicamente se han detectado diferencias estadísticamente significativas entre cadencias de recolección, siendo la de 4 días estadísticamente superior a la de 7 días, quedando entre ambas la cadencia de 2 días, que no ha sido ni superior ni inferior estadísticamente a las anteriores (tabla 2). Este mes, al igual que en la producción, el cultivar Fasili ha obtenido un mayor número de vainas que Nadal.

En **julio** no se han detectado diferencias estadísticamente significativas en ningún factor ni en la interacción de ambos. El número de vainas obtenido en los dos cultivares ha sido muy similar (tabla 2). El número de vainas obtenido con cada una de las combinaciones ha sido muy similar (figura 6b), aunque los mayores valores se han dado con la cadencia de 4 días, sin apenas diferencias entre cultivares.

Número de vainas totales

Se han detectado diferencias estadísticamente significativas entre cultivares y entre cadencias de recolección pero no en la interacción entre estos factores.

Nadal ha sido estadísticamente superior a Fasili y las cadencias de 4 y 2 días han sido estadísticamente superiores a la cadencia de 7 días (tabla 2).

La combinación con la que mayor número de vainas se ha obtenido ha sido Nadal y 4 días entre recolecciones, seguida de Nadal en la cadencia de 2 días. Los valores más bajos se han obtenido en el cultivar Fasili y 7 días seguido del cultivar Nadal en la misma cadencia (tabla 2 y figura 6d).

El comportamiento de las distintas combinaciones es similar, pues en Nadal el máximo número de frutos se obtiene en la cadencia de 4 días, seguida de la de 2 días y quedando en último lugar la de 7 días. En Fasili ocurre lo mismo, pero siempre con valores más bajos que los obtenidos en Nadal (figura 6d).

Estos resultados parecen contradecir lo esperado, que con la cadencia de 2 días se obtuvieran más vainas. Es probable que en esta respuesta influya el peso medio, comentario que se abordará más adelante

Peso medio de las vainas

Como era de esperar, el peso medio de las vainas ha sido mayor en la cadencia de 7 días que en la de 4 y éste mayor que en la de 2 (figura 7). Esta respuesta se cumple en todos los meses que duró la recolección.

El peso medio de las vainas obtenidas con Fasili, recolectadas mayoritariamente cada 2 y 4 días, ha sido ligeramente superior al de Nadal, con las mismas cadencias a lo largo de todo el periodo de recolección. Sin embargo, cuando la recolección fue cada 7 días, con Nadal se obtuvieron vainas con un peso medio mayor, también durante todo el ciclo (figura 7).

Peso medio de las vainas mensual

En **mayo** hay diferencias estadísticamente significativas entre cultivares y entre cadencias, pero no en la interacción de estos factores. El peso medio de las vainas de Fasili es estadísticamente superior al de Nadal, al igual que el obtenido en la cadencia de 7 días es estadísticamente superior al de 4 y éste a su vez al de 2 (tabla 3), cuando el tiempo entre recolecciones aumenta también aumenta el peso de las vainas.

En las distintas combinaciones, Fasili siempre obtiene un peso medio más alto que Nadal con la misma cadencia (figura 8a). La tasa de crecimiento que presenta Fasili, de 0,33 g/día⁻¹, es inferior a la tasa que tiene Nadal de 0,46 g/día⁻¹ (figura 8a), lo que se traduce en que, en Nadal, cuando pasamos de recolectar de 4 a 7 días, la diferencia de los pesos medios es mayor que en Fasili. Cuando se recolecta cada 2 días el peso medio de Nadal es inferior en casi 1 g a Fasili, pero cuando se recolectan cada 7 días la diferencia entre ambos se hace menor, siendo de 0,30 g.

En **junio** únicamente se han detectado diferencias estadísticamente significativas entre cadencias de recolección, siendo la cadencia de 7 días estadísticamente superior a la de 4 y ésta a su vez a la de 2. El peso medio de las vainas obtenidas con Fasili ha sido muy similar al obtenido con Nadal (tabla 3).

La tasa de crecimiento del peso medio que presenta Nadal de 0,88 g/día⁻¹, es superior a la de Fasili de 0,56 g/día⁻¹ (figura 8b), lo que indica que con Nadal el tiempo entre recolecciones tiene mayor influencia en el peso medio de los frutos que con Fasili. Se emplean estas tasas de crecimiento con toda confianza porque los coeficientes de determinación son cercanos a 1, el ajuste es casi perfecto.

En **julio** no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas. El peso medio de las vainas obtenidas con Fasili es mayor que el de Nadal. Y el obtenido en las distintas cadencias ha sido muy similar, siendo mayor el de la de 7 días, seguido del de la de 4 y en último lugar el de la de 2 (tabla 3).

En este mes, el comportamiento de las distintas combinaciones ha sido muy similar al obtenido en el mes de mayo, pero con menores diferencias entre ellas. Con la cadencia de 2 días, Nadal tiene un peso ligeramente superior al de Fasili. Conforme aumenta el tiempo entre recolecciones se van igualando hasta alcanzar valores casi iguales con la cadencia de 7 días (tabla 3). Aunque parten de pesos diferentes, acaban siendo iguales porque la tasa de crecimiento de Nadal: 0,25 g/día⁻¹, es mayor que la de Fasili: 0,13 g/día⁻¹ (figura 8c).

Peso medio de las vainas de todo el ciclo

Únicamente se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre las cadencias de recolección, siendo el peso medio obtenido en la cadencia de 7 días superior al de las otras cadencias. El peso medio obtenido en ambos cultivares es muy similar (tabla 3).

El aumento del tiempo entre recolecciones, como era de esperar, se traduce en un aumento en el peso medio de las vainas obtenidas. Este aumento del peso medio es más acusado en Nadal que en Fasili, de modo que cuando la cadencia de recolección es de 2 días, los pesos medios en ambos cultivares son parecidos aunque con diferencias apreciables, pasando a igualarse más cuando el tiempo entre recolecciones es de 4 días, y siendo prácticamente iguales cuando la cadencia es de 7 días. Esto queda reflejado en las tasas de aumento por día del peso medio de las vainas representadas en la figura 8a, donde la tasa de aumento de Nadal es de $0,53 \text{ g/día}^{-1}$, bastante superior a los $0,34 \text{ g/día}^{-1}$ que aumenta en Fasili.

B) CUANDO EN LAS RECOLECCIONES SE RESPETARON LAS CADENCIAS DE RECOLECCIÓN ELEGIDAS

Peso medio de las vainas

Este apartado se refiere a los pesos medios obtenidos en las recolecciones realizadas los días en que sí había transcurrido el tiempo señalado en cada cadencia. Los pesos medios obtenidos en estas recolecciones serían los verdaderamente indicativos de cómo influye la cadencia de recolección en el tamaño de la judía verde, y puede que por extensión, en la calidad de la misma.

Al igual que en el peso medio, los valores son mayores cuando el tiempo entre recolecciones es mayor (figura 9).

El hecho de que en julio se obtengan los pesos medios menores de todo el ciclo es lógico, pues las plantas ya se encuentran al final del ciclo productivo, y deterioradas, con menos hojas y por tanto con menor capacidad de mantener frutos grandes.

Peso medio de las vainas mensual

En el mes de **mayo** se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre cultivares y entre cadencias de recolección. El peso medio obtenido con Fasili ha sido estadísticamente superior al obtenido en Nadal. La cadencia de 7 días ha sido estadísticamente superior a la de 4 días, y ésta a su vez, ha sido estadísticamente superior a la de 2 días (tabla 4).

Con Fasili, el peso medio obtenido en las distintas combinaciones es siempre mayor que con Nadal. La diferencia entre los pesos medios de ambos cultivares en la cadencia de 2 días es más pequeña que la que encontramos cuando pasamos a cadencia de 7 días (figura 10a), debido a que la tasa de aumento del peso de las vainas en Fasili es de $1,14 \text{ g/día}^{-1}$, mientras que la tasa de aumento de Nadal es de $0,81 \text{ g/día}^{-1}$.

En **junio** únicamente se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre las cadencias de recolección, siendo el peso medio obtenido en la cadencia de 7 días estadísticamente superior al obtenido en la de 4, y éste ha sido estadísticamente superior al

de la cadencia de 2 días (tabla 4). El peso medio de las vainas obtenidas con Fasili ha sido muy similar al obtenido con Nadal. En este mes, Fasili con la cadencia de 2 días obtiene un peso medio superior al que obtiene Nadal en la misma cadencia. Cuando pasamos a la cadencia de 4 días los pesos que se obtienen en ambos cultivares son muy similares. Y cuando pasamos a la cadencia de 7 días, es Nadal el cultivar que obtiene mayor peso medio de las vainas ya que la tasa de crecimiento del peso medio que presenta Nadal de $0,88 \text{ g/día}^{-1}$, es superior a la de Fasili de $0,60 \text{ g/día}^{-1}$, lo que indica que con Nadal el tiempo entre recolecciones tiene mayor influencia en el peso medio de los frutos que con Fasili (figura 10b).

En **julio** no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas. El peso medio de las vainas obtenidas con Fasili ha sido mayor que el obtenido con Nadal, y el peso medio obtenido en las distintas cadencias ha sido muy similar, siendo mayor el de la de 7 días, seguido del de la de 4 y en último lugar el de la de 2 días (tabla 4).

En este último mes, el comportamiento de las distintas combinaciones ha sido muy similar al obtenido en el mes de mayo. En la cadencia de 2 días ambos cultivares parten con pesos medios similares, pero mayor en Fasili; y, en la cadencia de 7 días, el peso medio obtenido en ambos cultivares es prácticamente igual, debido a la tasa de crecimiento del peso medio que presenta Nadal: $0,29 \text{ g/día}^{-1}$, que es superior a la obtenida con Fasili, $0,17 \text{ g/día}^{-1}$ (figura 10c).

Peso medio de las vainas en todo el ciclo

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre cultivares y entre cadencias de recolección, pero no en la interacción de los mismos. El peso medio obtenido con Fasili ha sido estadísticamente superior al obtenido con Nadal. En la cadencia de 7 días el peso medio obtenido ha sido estadísticamente superior al de la cadencia de 4, y éste a su vez, ha sido estadísticamente superior al de la de 2 (tabla 4).

El aumento del tiempo entre recolecciones, como era de esperar, se traduce en un aumento en el peso medio de las vainas obtenidas. Este aumento del peso medio es similar en ambos cultivares, siendo la tasa de aumento en Nadal de $0,66 \text{ g/día}^{-1}$, y en Fasili de $0,63 \text{ g/día}^{-1}$ (figura 10d). En ambos cultivares el aumento del peso medio de las vainas a medida que el tiempo entre recolecciones aumenta es análogo, pero siempre quedando con un peso superior el cultivar Fasili (alrededor de 1 g). Independientemente del cultivar utilizado, el aumento que se produce en el peso medio de las vainas por cada día que permanecen sin recolectarse es igual en ambos cultivares.

Calidad

Aunque ya se ha dicho anteriormente, hay que señalar que para la realización de este apartado, únicamente se han tenido en cuenta las recolecciones en las que sí se respetaron las cadencias elegidas.

Peso de las semillas de la vaina

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre cultivares y entre cadencias, siendo también estadísticamente significativa la interacción entre ambos factores.

La respuesta de Nadal conforme aumenta el tiempo entre recolecciones es muy diferente a la de Fasili, llegándose en aquél a pesos de las semillas cercanos a 1,8 g cuando transcurren 7 días entre recolecciones, valor 0,7 g mayor que el que en esa cadencia alcanza Fasili (tabla 4). Estos valores superan claramente al del cultivar Nadal en cadencia de 4 días y éste a su vez a los restantes.

En Nadal, al aumentar el tiempo entre recolecciones, el peso de las semillas aumenta más rápidamente que en Fasili, lo que representa una pérdida de calidad más marcada según aumenta la cadencia de recolección, por lo que para este cultivar aumentar la cadencia entre recolecciones representa una disminución de la calidad.

Al principio, al aumentar el tiempo entre recolecciones de 2 a 4 días, en los dos cultivares el aumento de peso de las semillas no es muy importante, pero cuando pasan a 7 días, el peso de las semillas se dispara, sobre todo en Nadal (figura 11).

Aquí sí que se ve claramente el interés de no alargar el tiempo entre recolecciones, ya que cuando pasamos de 4 a 7 días las semillas doblan su peso. Aunque las rectas de regresión tienen unos coeficientes de determinación altos, no parece muy correcto aplicar sus pendientes como tasas de aumento del peso de las semillas con el tiempo, pues hay dos tramos bien diferenciados: de 2 a 4 días y de 4 a 7 días (figura 11). En el primer tramo de Nadal, el aumento del peso de las semillas es de 0,11 g diario, mientras que en Fasili es de 0,06 g; en el segundo tramo, cuando pasamos de 4 a 7 días entre recolecciones, el aumento del peso de las semillas diario es de 0,37 g, y en Fasili 0,22 g, lo que supone una gran diferencia entre ambos cultivares, en función de la cadencia de recolección.

Aunque la interacción es importante y prácticamente condiciona lo que podamos afirmar respecto a los factores simples por sí solos, solamente señalar que el peso medio de las semillas obtenidas con Nadal, cercanas a 1 g, supera en 0,4 g al obtenido con Fasili.

También señalar que los pesos medios de las semillas obtenidos con cada cadencia son cada vez mayores y estadísticamente diferentes (tabla 4), aunque esta afirmación debe hacerse con muchas precauciones, pues la respuesta a la cadencia, como se dijo al principio, para este parámetro queda fuertemente condicionada por el cultivar. Las diferencias sobre todo se producen cuando pasa de cadencia de 4 días a cadencia de 7 días (figura 11).

Porcentaje del peso de las semillas en la vaina

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la interacción de los factores en estudio, pero sí entre cultivares y entre las distintas cadencias de recolección.

Nadal con 4,91% presenta un porcentaje claramente superior a Fasili, que se ha quedado con 2,98% (tabla 4). Ésta sería una característica de Nadal, desde el punto de vista global, claramente desfavorable.

La cadencia condiciona claramente el porcentaje representado por las semillas, sobre todo cuando se trata de 7 días entre recolecciones (tabla 4).

Hay una clara diferencia entre lo que pasa cuando se cambia de 2 a 4 días entre recolecciones y lo que ocurre cuando se pasa de los 4 días a los 7 (figura 12), aunque la diferencia al hablar de porcentaje no parece tan acusada como la que se señala al hablar del peso de las semillas. El aumento de 0,57% diario en Fasili es claramente más bajo que el de 0,86% diario de Nadal; este cultivar presentaría claros problemas al aumentar el tiempo entre recolecciones, pues llegar a cerca de un 8% de peso de semillas supondría

contar con una judía verde que estaría al límite de lo correctamente comercializable según este parámetro.

Aunque los coeficientes de determinación de las rectas de regresión son muy altos, no parece muy válido aplicar las pendientes de las rectas, pues aquí también parece haber dos tramos diferentes en cada recta: uno cuando se pasa de cadencia 2 a cadencia 4, y otro muy distinto que va de la cadencia 4 a la de 7 días. En el primer tramo de la recta de regresión de Nadal, el aumento del porcentaje de semilla por día que pasa sin recolectarse es de 0,36%, mientras que en Fasili es de 0,11%. Y en el segundo tramo, cuando pasamos de 4 a 7 días entre recolecciones, el aumento del porcentaje de semilla por día es de 1,18, y en Fasili 0,85, lo que supone una gran diferencia entre ambos cultivares a medida que aumenta el tiempo entre recolecciones.

Atendiendo a uno de los criterios de calidad utilizados en judía verde de industria y de sección circular, que relaciona el porcentaje de peso que representan las semillas en el total de la vaina con el calibre de la misma que señala que para obtener una calidad media, los valores del porcentaje de semilla deben estar en torno al 6-8% (Billiotel *et al.*, 1998). Se pueden extrapolar estos datos para una judía verde de vaina plana, teniendo en cuenta que para una vaina de calibre medio, para obtener una calidad media de la vaina, los valores del porcentaje de semilla deben estar en torno al 6-8%. Estos datos darían una aproximación de la calidad de las vainas obtenidas en cada combinación cultivar/cadencia, y teniendo en cuenta dicho criterio, las vainas estarían dentro de lo correctamente comercializable, aunque con el cultivar Fasili las vainas obtenidas serían de una calidad buena, y muy buena cuando la cadencia es de 2 días.

CONCLUSIÓN

La cadencia de recolección apenas ha influido en la producción comercial obtenida.

El número de vainas obtenido en las cadencias de 2 y 4 días ha sido estadísticamente superior al de la cadencia de 7 días.

El peso medio de todas las vainas comerciales en la cadencia de 7 días ha sido estadísticamente superior al de la cadencia de 4 días, y éste a su vez ha sido estadísticamente superior al de 2 días.

El peso medio de las vainas, cuando se recolectaron respetando estrictamente los tiempos entre recolecciones, también en la cadencia de 7 días, ha sido estadísticamente superior al de la cadencia de 4 días, y éste a su vez ha sido estadísticamente superior al de 2 días.

El aumento que se produce en el peso medio de las vainas a medida que aumenta el tiempo entre recolecciones se ve muy influido por este factor y poco por el cultivar utilizado.

Con Fasili se obtienen vainas de mayor peso, pero con un porcentaje de peso de semillas menor que con Nadal.

El aumento del tiempo entre recolecciones, como era de esperar, se traduce en un aumento en el peso medio de las vainas obtenidas. Este aumento del peso medio es muy similar en ambos cultivares, siendo la tasa de aumento en Nadal de 0,66 g/día⁻¹, y la de Fasili de 0,63 g/día⁻¹.

Fasili sería más aconsejable que Nadal cuando el tiempo entre recolecciones es alto, ya que el porcentaje de peso de la semilla crece menos conforme aumenta el tiempo entre recolecciones.

Tabla 1. Producción comercial (kg/m²) obtenida en las distintas combinaciones. Se incluyen todas las recolecciones realizadas

	Mayo	Junio	Julio	Total
Cultivar				
Nadal	1,77 a	1,90 b	0,73	4,40
Fasili	1,24 b	2,23 a	0,72	4,20
Cadencia				
2 días	1,54	2,04	0,69	4,26
4 días	1,50	2,21	0,85	4,56
7 días	1,48	1,96	0,63	4,06
Interacción				
Nadal 2 días	1,67	1,96	0,67	4,30
Nadal 4 días	1,88	2,02	0,85	4,75
Nadal 7 días	1,76	1,72	0,66	4,14
Fasili 2 días	1,40	2,11	0,71	4,22
Fasili 4 días	1,12	2,40	0,85	4,37
Fasili 7 días	1,20	2,19	0,59	3,98

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

Tabla 2. Número de frutos comerciales, por unidad de superficie (m²), obtenidos en cada combinación cultivar/cadencia. Se incluyen todas las recolecciones realizadas

	Mayo	Junio	Julio	Total
Cultivar				
Nadal	139,42 a	142,86	66,47	342,42 a
Fasili	85,21 b	162,47	62,11	310,40 b
Cadencia				
2 días	121,42	157,42 ab	64,75	345,58 a
4 días	114,17	170,75 a	75,50	360,42 a
7 días	102,25	129,83 b	52,63	248,71 b
Interacción				
Nadal 2 días	142,50	160,83	64,42	367,75
Nadal 4 días	149,33	158,58	79,42	387,33
Nadal 7 días	126,42	109,17	55,58	291,17
Fasili 2 días	100,33	154,00	65,08	319,42
Fasili 4 días	79,00	182,92	71,58	333,50
Fasili 7 días	78,08	150,50	49,67	278,25

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

Tabla 3. Peso medio mensual (g) de las vainas comerciales obtenidas en cada combinación cultivar/cadencia. Se incluyen todas las recolecciones realizadas

	Mayo	Junio	Julio	Total
Cultivar				
Nadal	12,42 b	13,24	10,88	12,18
Fasili	13,16 a	13,28	11,45	12,52
Cadencia				
2 días	11,63 b	11,65 c	10,69	11,32 c
4 días	13,08 a	12,88 b	11,15	12,37 b
7 días	13,67 a	15,24 a	11,65	13,52 a
Interacción				
Nadal 2 días	11,15	11,28	10,37	10,93
Nadal 4 días	12,62	12,76	10,68	12,02
Nadal 7 días	13,50	15,67	11,58	13,59
Fasili 2 días	12,11	12,03	11,01	11,72
Fasili 4 días	13,53	13,01	11,61	12,72
Fasili 7 días	13,84	14,81	11,72	13,46

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

Tabla 4. Peso medio mensual (g) de las vainas comerciales obtenidas en cada combinación cultivar/cadencia, peso de las semillas de las vainas (g) y porcentaje del peso de las mismas, respetando estrictamente los plazos entre recolecciones

	Mayo	Junio	Julio	Total	Peso de las semillas (g)	Porcentaje del peso de las semillas
Cultivar						
Nadal	13,04 b	13,43	10,80	12,42 b	0.98 a	4.91 a
Fasili	15,05 a	13,44	11,38	13,29 a	0.60 b	2.98 b
Cadencia						
2 días	11,81 c	11,47 c	10,48	11,26 c	0.38 c	2.66 b
4 días	13,65 b	13,58 b	11,15	12,79 b	0.54 b	3.07 b
7 días	16,67 a	15,24 a	11,65	14,52 a	1.44 a	6.11 a
Interacción						
Nadal 2 días	11,22	11,24	10,14	10,87	0.46 d	3.22
Nadal 4 días	12,65	13,37	10,68	12,23	0.68 c	3.93
Nadal 7 días	15,25	15,67	11,58	14,17	1.79 a	7.49
Fasili 2 días	12,40	11,71	10,82	11,64	0,29 d	1.99
Fasili 4 días	14,65	13,78	11,61	13,35	0.41 d	2.20
Fasili 7 días	18,09	14,81	11,72	14,87	1.09 b	4.74

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

Figura 1. Evolución de la producción por unidad de superficie en las distintas combinaciones

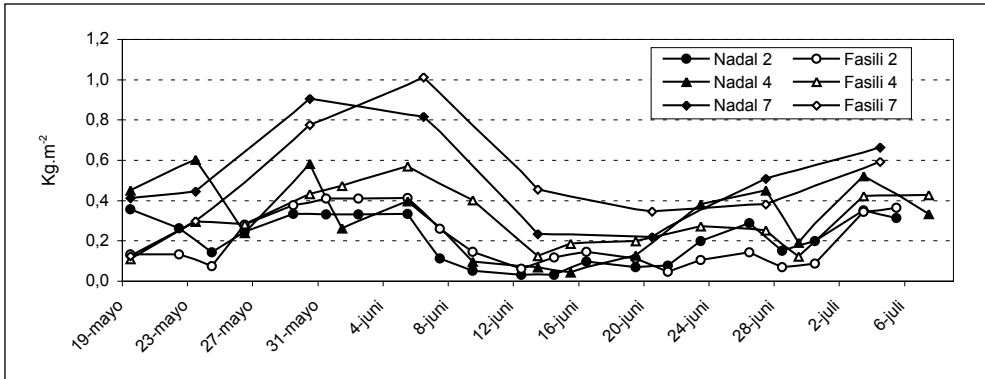


Figura 2. Producción acumulada por unidad de superficie en las distintas combinaciones

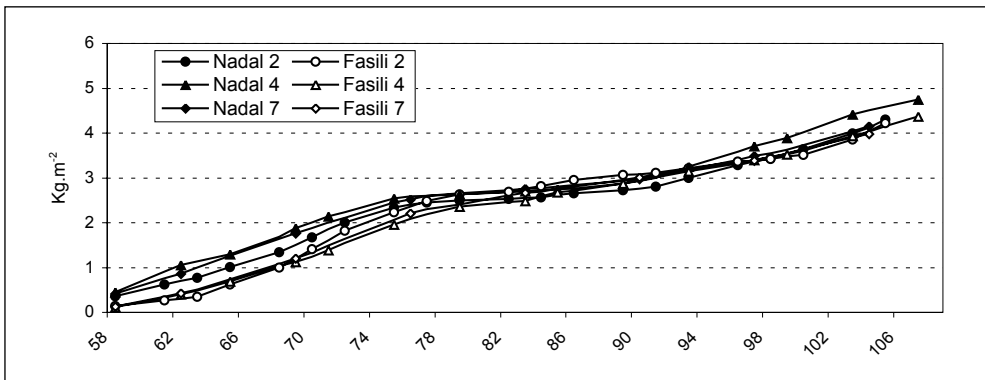


Figura 3. Producción mensual y total obtenida en las distintas combinaciones

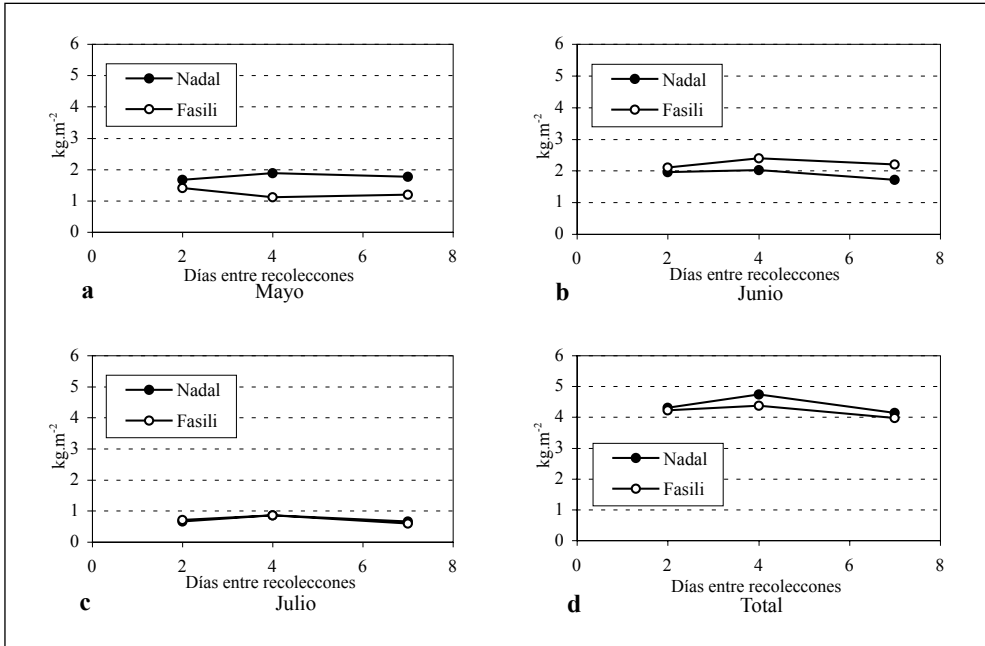


Figura 4. Evolución del número de frutos por unidad de superficie en las distintas combinaciones

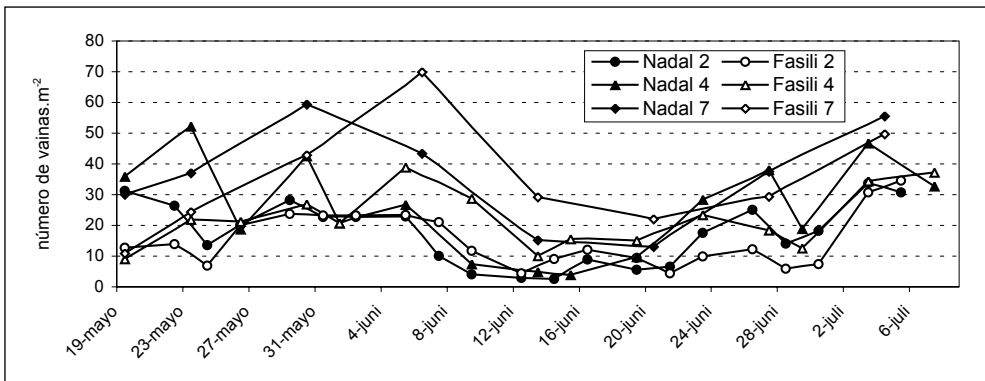


Figura 5. Número de frutos acumulados por unidad de superficie en las distintas combinaciones

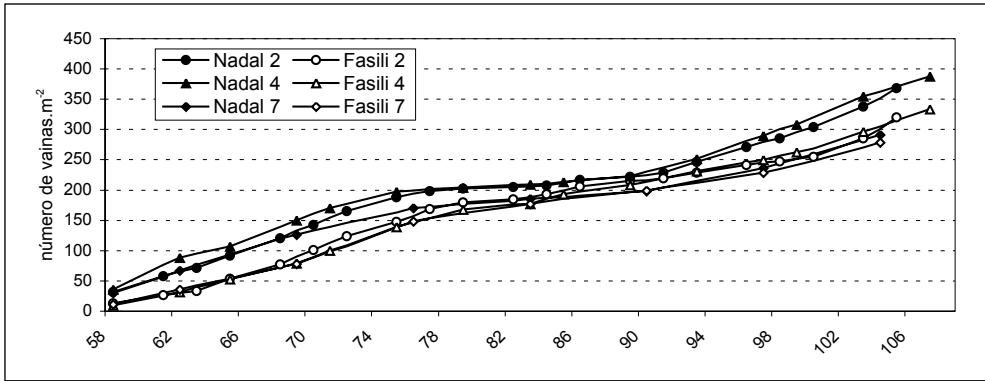


Figura 6. Número de frutos por unidad de superficie mensuales y totales obtenidos en las distintas combinaciones

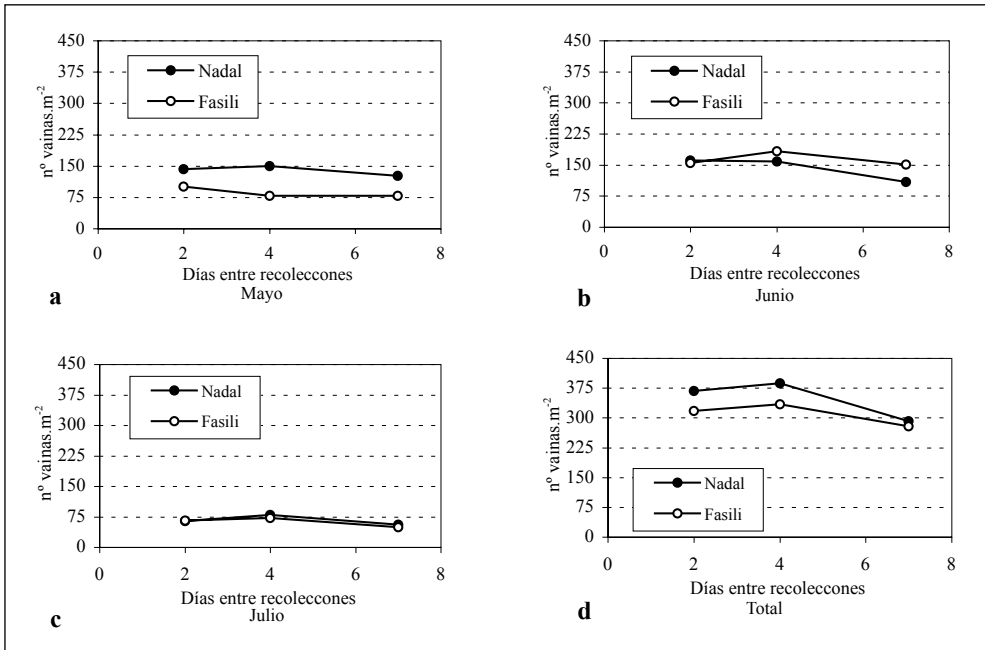


Figura 7. Peso medio de las vainas obtenido en los distintos meses y en las distintas combinaciones

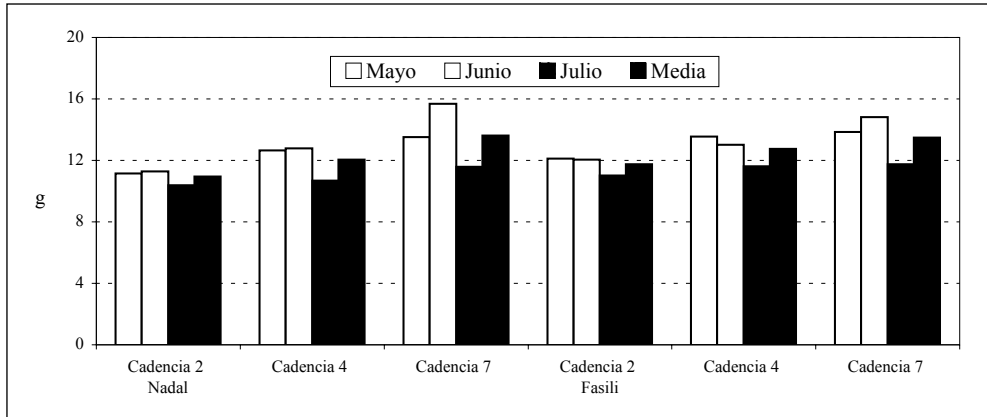


Figura 8. Peso medio mensual y medio obtenido en las distintas combinaciones

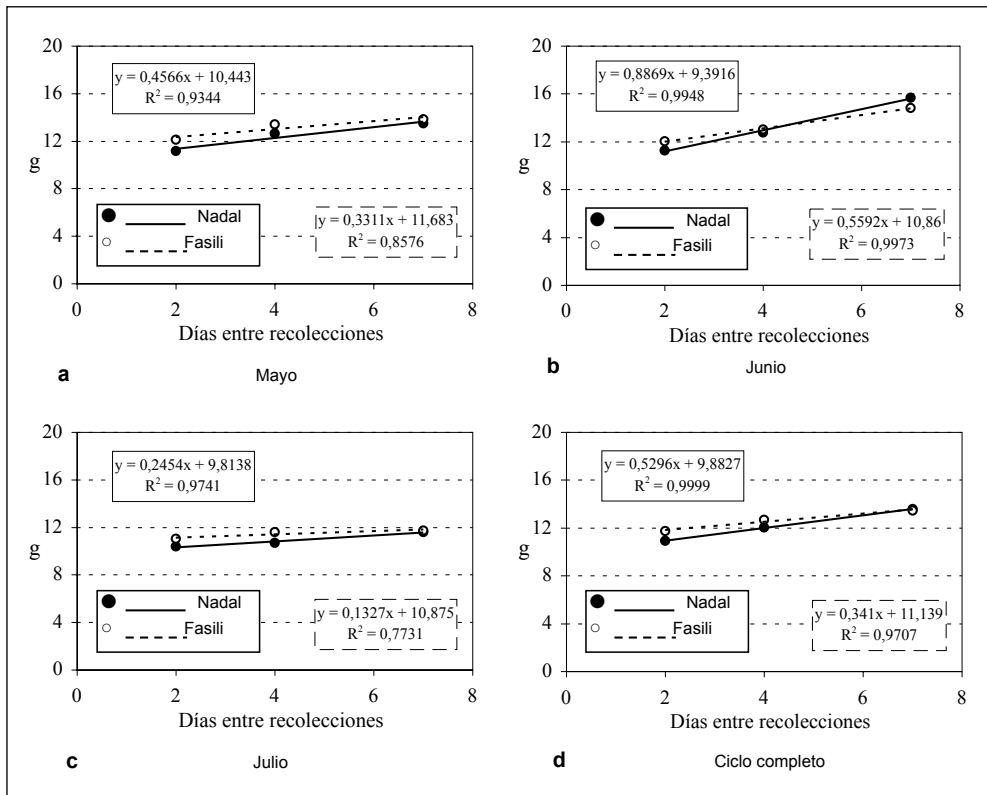


Figura 9. Peso medio de las vainas obtenido en los distintos meses y en las distintas combinaciones

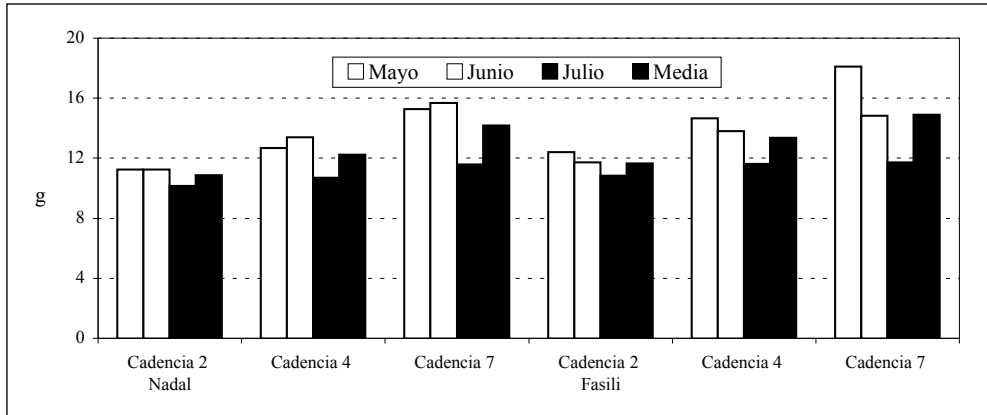


Figura 10. Peso medio mensual y medio obtenido en las distintas combinaciones cuando se respetaron las cadencias elegidas

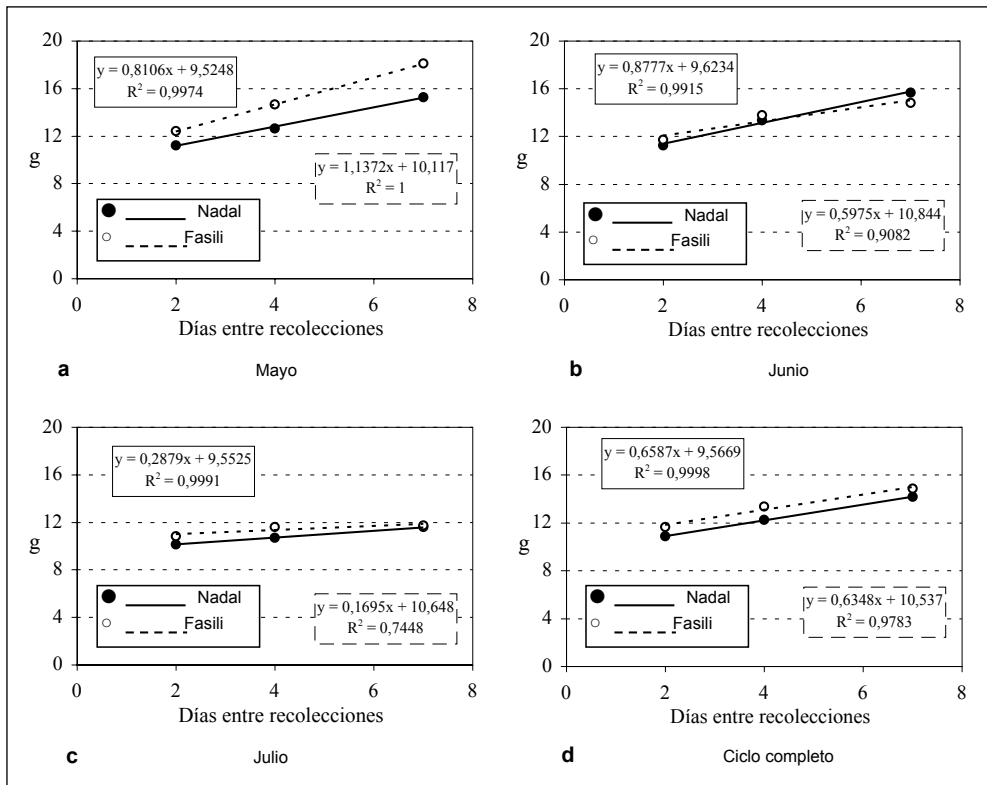


Figura 11. Peso de las semillas contenida en las vainas de cada combinación cultivar/cadencia

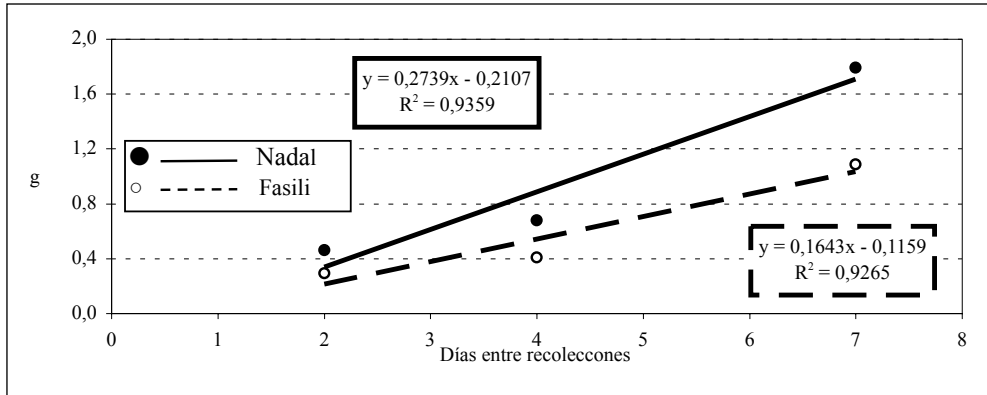
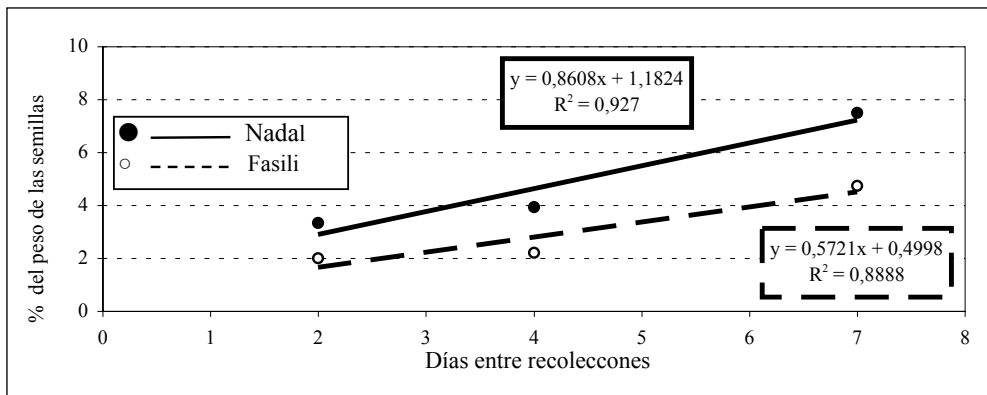


Figura 12. Porcentaje del peso de las semillas contenidas en las vainas obtenidas en cada combinación cultivar/cadencia



BIBLIOGRAFÍA

- BILLIOTEL, Y. *ET AL.*, 1998. Haricots pour la transformation. Union Nationale Interprofessionnelle des légumes transformés (UNILET).
- MARÍN, J. 2005-2006. Potrtragrano: Vademécum de Variedades Hortícolas.
- LÓPEZ GÁLVEZ, J. 1992. Productividad de la judía verde sobre enarenado bajo invernadero en Almería. Serie Tesis Doctorales N° 1. Fiapa. Almeria. 225 pp.
- HOYOS, P. y MOLINA, S. 2003. Ensayo de cultivares de judía verde en cultivo protegido, en otoño. Informe sobre Experimentación en Horticultura. Convenio de colaboración entre E.U.I.T. Agrícola de la Universidad Politécnica de Madrid y la Consejería de Agricultura de Castilla-La Mancha.
- MAPA. 2007. Anuario de Estadística Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- RECHE MÁRMOL, J. 2005. Cultivo de la judía verde en invernadero. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid.