INFLUENCIA DE LA CADENCIA DE RECOLECCIÓN SOBRE LA CALIDAD DE DOS CULTIVARES DE JUDÍA VERDE

R. PÉREZ RODRÍGUEZ
P. HOYOS ECHEVARRÍA
D. RAMOS RAMOS
P. ROBLES MAÑAS
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

La judía verde para fresco ha sufrido un cierto retroceso en los últimos años. Entre las razones que ayudan a explicar este retroceso 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. 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 el 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 esta haya alcanzado el mínimo desarrollo posible, objetivo que hace necesario realizar recolecciones con muy pocos días entre ellas, menos conforme las condiciones de luz y sobre todo temperatura van siendo favorables al desarrollo del fruto.

El ensayo que se presenta, consistió en evaluar como influía la cadencia de recolección (se recolectó cada 2, 4 y 7 días) en la calidad de dos cultivares: Nadal y Fasili, en cultivo de primavera en Marchamalo (Guadalajara). En un trabajo anterior se estudió la

influencia de la cadencia señalada en la producción y el tamaño del fruto (vaina), siendo el objetivo del presente conocer su influencia sobre diferentes parámetros de calidad de las vainas cosechadas: peso, longitud, anchura, grosor, número de semillas, peso de las semillas, materia seca y color, además del peso, longitud, anchura y grosor de la semilla central.

Como era de esperar la cadencia de recolección ha influido en todos los parámetros de calidad controlados, de modo que las vainas y semillas obtenidas en la cadencia de 7 días eran de mayor tamaño (longitud, anchura y grosor) y peso que las obtenidas en la cadencia de 4 días, y éstas a su vez, mayores que en la de 2 días encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre cadencias. Las vainas del cultivar Fasili eran de mayor longitud, y grosor en la zona interseminal que las que se obtuvieron con el cultivar Nadal, que presentaban mayor anchura, mayor grosor en la zona de la semilla central y mayor peso de sus semillas, además de presentar una semilla central de mayor peso y dimensiones. Según el parámetro, la cadencia de recolección influye de manera diferente en función del cultivar.

En Nadal el tiempo entre recolecciones es un factor limitante para la obtención de vainas con buena calidad comercial, sin embargo en Fasili, dicho factor no es tan limitante y con las mismas cadencias las vainas obtenidas son de mejor calidad que las obtenidas con Nadal.

En el color también se han encontrado diferencias entre cultivares y entre cadencias; las vainas de Fasili eran más claras, más verdes, más amarillentas y con un tono más intenso que las de Nadal. Cuanto más tiempo transcurre entre recolecciones, las vainas son más claras, más verdes, más amarillentas y con un tono más intenso.

Palabras clave: Phaseolus vulgaris, *semillas, vainas, peso, longitud.*

INTRODUCCIÓN

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 solo 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 recolección, que representa el coste más importante del cultivo no se puede realizar mecánicamente, es laboriosa y requiere una elevada cantidad de 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 cultivares 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, siendo también más peligroso el mayor desfase entre recolecciones.

Sin embargo, aumentar el tiempo entre recolecciones se traducirá en perdidas 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.

El porcentaje de peso que representan las semillas en el total de la vaina, en judía verde de industria y de sección circular, debe estar en torno al 6-8% para obtener una calidad media (Billiotel *et al.*, 1998).

Durante la época de recolección, el número de recolecciones suelen distanciarse entre 2 y 7 días, 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.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal

Los cultivares ensayados y algunas de sus características son:

- *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. Se recomienda 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 como al aire libre. Vainas de 23-24 cm de longitud y 21-23 mm de anchura, plana, carnosa, sin hilo y sin escasa tendencia a marcar grano. Color verde medio. Se recomienda; densidades superiores a 22.000 semillas·ha^{-1} y recolectar más a menudo. Resistencia intermedio al virus del Mosaico Común de la Judía (**BCMV**).

Diseño estadístico. Planteamiento del ensayo. Marco de plantación

La siembra se realizó en bloques al azar con tres repeticiones en parcela elementales de 4 m^2.

La siembra se realizó 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 pl·m^{-2}, ya que para conseguir dos plantas por golpe (6 pl·m^{-2}) se aclararon las sobrantes.

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. Se han determinado los siguientes parámetros morfológicos:

- *Peso de la vaina*: Se pesó con una balanza digital de precisión decimal. Se expresa en gramos.
- *Longitud de la vaina*: Se midió desde el ápice hasta el punto de inserción de la vaina.
- *Anchura de la vaina*: Se midió a la altura de la zona media de la vaina y se realizaron dos medidas, de las que luego se calculó la media.
- *Grosor de la vaina*: Se realizaron dos medidas; una en la zona donde se encuentra la semilla central (grosor semilla), y otra medida en la zona entre semillas (grosor valle), para evaluar el grado en que se marca la semilla, que es una forma sencilla de apreciar la calidad de la vaina.
- *Número de semillas totales de la vaina*: Se realizó un conteo del número total de semillas que contenía la vaina.
- *Peso del número semillas totales de la vaina:* Se pesaron todas juntas con una balanza digital de precisión de milésimas de gramo. Se expresa en gramos.
- *Materia seca:* El contenido de materia seca se determinó tras someter a los frutos a una temperatura de 85 ºC durante 48 horas, tiempo que normalmente es necesario que pase para alcanzar un peso constante. Posteriormente se ha hallado el cociente peso seco/ peso fresco y se ha expresado en porcentaje.
- *Peso de la semilla central:* se pesó únicamente la semilla central.
- *Longitud la semilla central:* Se midió desde el extremo superior hasta el extremo inferior de la semilla.
- *Anchura de la semilla central*: Se midió en la zona central de la semilla.
- *Grosor de la semilla central*: Se midió en la zona central de la semilla.
- *Color:* Para cuantificar el color de los frutos se utilizó un colorímetro de la marca comercial MINOLTA y modelo CR200. Se midió el color en tres puntos de la vaina; en el punto de inserción de la vaina con la planta, en la zona media y en el ápice, para poder estudiar como evoluciona el color al lo largo de la vaina. La medida se realizó mediante el espacio de color CIE 1976 (L*a*b*) o CIELAB.

Cultivo

Las labores de preparación del terreno consistieron en hacer un pase con subsolador, otro con cultivador y otro con rotovator. La siembra en el invernadero se realizó el 22 de marzo.

Para el entutorado de las plantas 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.

Las plantas se despuntaron 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 $g \cdot m^{-2}$ del complejo 9-18-27 que fueron enterrados con las labores preparatorias.

Como abonado de cobertera se aplicaron semanalmente 2 $g \cdot m^{-2}$ de nitrato potásico durante las tres semanas posteriores a la primera recolección.

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. El agua de riego fue aplicada por medio de goteros interlíneas, tipo husillo, de caudal nominal de 4 $L \cdot h^{-1}$. La cantidad de agua aplicada desde la siembra hasta la finalización del cultivo fue de 397.91 $L \cdot m^{-2}$, lo que supone una dosis media diaria de 3.72 $L \cdot m^{-2}$.

Defensa fitosanitaria

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

RESULTADOS

Primeramente se van a presentar los parámetros que se refieren a las vainas propiamente dichas, a continuación los que describen la semilla central y en último lugar se va a exponer el color de las vainas.

Parámetros de la vaina

Peso de las vainas

Se han encontrado d.e.s entre cadencias y en la interacción. Las vainas de Nadal recolectadas cada 7 días pesaron más que las de Fasili con la misma cadencia, y a su vez éstas, superaron a Nadal recolectada cada 4 días, la que a su vez pesaba más que Nadal y Fasili recolectadas cada 2 días (tabla 1).Los cultivares se comportan de forma distinta cuando varía la cadencia, con los días, Nadal gana más peso que Fasili, pues éste arrancando con un peso mayor cuando la cadencia es de 2 días entre recolecciones, termina con menor peso que Nadal cuando transcurren 7 días entre recolecciones. La ganancia diaria de peso en Nadal son 2 g mientras en Fasili únicamente 1.64 g (figura 1).

Longitud de las vainas

Únicamente se han encontrado d.e.s. entre cultivares y entre cadencias. La longitud media de las vainas obtenidas con Fasili, supera en más de 10 mm a la obtenida con

Nadal (tabla 1). Esta diferencia entre ambos cultivares se mantiene en todos los casos, las vainas de Fasili son siempre de mayor longitud que las de Nadal con los mismos días entre recolecciones, con una variación en torno a los 10 mm citados (figura 2). La longitud media obtenida con cada cadencia queda fuertemente ligada a este factor de manera que al aumentar el tiempo entre recolecciones la longitud aumenta de forma constante, por lo que, la longitud es cada vez mayor y estadísticamente diferente. Diariamente la longitud de la vaina se alarga 7.1 mm en Fasili y 7.9 mm en Nadal (figura 2), valores muy parecidos que podrían permitirnos afirmar que por cada día que la judía verde pasa sin ser cosechada las vainas tienen entre 7 y 8 mm más de longitud.

Anchura de la vaina

Únicamente se han encontrado d.e.s. entre cultivares y entre cadencias de recolección en la, siendo las vainas del cultivar Nadal 1.2 mm más anchas que las de Fasili. Como ocurre en los parámetros anteriormente analizados, conforme el tiempo entre recolecciones aumenta, la anchura de las vainas aumenta. Las vainas de la cadencia de 7 días son más anchas que las de 4 días, y ésta a su vez más anchas que las de 2 días (tabla 1). Al aumentar el tiempo entre recolecciones la anchura de las vainas de Nadal crece más que la de las vainas de Fasili por cada día que aumenta el tiempo entre recolecciones, la anchura de la vaina se incrementa 0.72 mm en Nadal y 0.61 mm en Fasili (figura 3).

Grosor de la vaina

A la hora de estudiar este parámetro se ha tenido en cuenta la diferencia que hay en una vaina en el grosor en la zona donde no se encuentran las semillas y en la zona donde estas se encuentran y particularmente donde se encuentra la semilla central. Esta última zona suele presentar un mayor grosor que el resto de la vaina, porque normalmente la semilla central suele ser la de mayor tamaño y por lo tanto también la zona de la vaina que mayor grosor presenta. Por esta razón es interesante, desde el punto de vista cualitativo, estudiar los diferentes grosores que pueden encontrarse en una vaina, y compararlos, pues una vaina de calidad sería aquella que apenas presenta contraste entre zonas donde hay y no hay semillas. Para relacionar ambos diámetros se ha calculado el coeficiente de grosor como la relación entre los grosores anteriormente estudiados (grosor en la zona de la semilla central/grosor en la zona entre semillas), de modo que si este coeficiente está próximo a 1 significa que la diferencia entre el grosor en la zona de la semilla y la zona entre semillas es muy baja, la vaina es plana y apenas se marca la semilla, lo cual es favorable cualitativamente. Si el valor del coeficiente calculado se aleja de 1, superándolo, indicará que la semilla se marca considerablemente con lo que se deprecia la vaina

- *Grosor de la vaina a la altura de la semilla:* se han encontrado d.e.s. en el **central**, tanto en la interacción como en los factores por sí solos (tabla 1). La respuesta de Nadal conforme aumenta el tiempo entre recolecciones es diferente a la de Fasili obteniéndose con Nadal una anchura de la vaina de 1.1 mm mayor, cuando la cadencia de recolección es de 7 días, que la que en esa misma cadencia

alcanza Fasili. Al principio las diferencias obtenidas en este parámetro no son importantes, pero a medida que aumenta el tiempo entre recolecciones, las diferencias se hacen más evidentes. La tasa de aumento del grosor en la zona de la semilla es de casi 0.6 mm·día^{-1} en Nadal frente a 0.36 mm·día^{-1} en Fasili (figura 4). En general las vainas de Nadal son más gruesas que las de Fasili.

- *Grosor de la vaina en la zona interseminal (grosor valle):* al igual que en el parámetro anterior, en, ha habido d.e.s. en los factores y en la interacción. Contrariamente a lo que ocurre con el grosor de la zona de la semilla central en esta zona interseminal, a medida que aumenta el tiempo entre recolecciones, la diferencia entre ambos cultivares se hace menor, encontrándose mayor disparidad en la cadencia de 2 días, en la que Fasili presenta mayor grosor de la vaina. La tasa de aumento del grosor de las vainas en la zona interseminal es de 0.22 mm·día^{-1} en Nadal, superior a la de Fasili que se queda en 0.17 mm·día^{-1} (figura 5). En esta zona, al contrario de lo que ocurría en la zona de la semilla, las vainas de Nadal son menos gruesas que las de Fasili.
- *Coeficiente de grosor:* en el coeficiente de grosor se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre cultivares y entre cadencias. El coeficiente obtenido en Nadal ha sido superior al obtenido en Fasili, lo que se traduce en que, en Fasili las vainas son más planas, al marcarse menos las semillas y por lo tanto de mayor calidad que en Nadal. A medida que aumentan los días transcurridos entre recolecciones, el coeficiente de grosor también aumenta, de manera que el coeficiente con la cadencia de 7 días ha sido superior al de de las restantes cadencias (tabla 1). En cadencias bajas las diferencias obtenidas en este parámetro no son importantes, pero a medida que aumenta el tiempo entre recolecciones las diferencias se hacen más evidentes, y como se ha dicho, en Nadal este coeficiente de grosor es mayor que en Fasili cuando transcurren 7 días entre recolecciones. La tasa de aumento de este parámetro en Nadal es de 0.048 por día que transcurre sin recolectarse frente a 0.025 en Fasili (figura 6), lógicamente esto refuerza lo enunciado: Fasili es más plana, marca menos que Nadal y este comportamiento se mantiene mejor con el tiempo.

Número de semillas de la vaina

En el se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre cultivares y entre cadencias, siendo también estadísticamente significativa la interacción entre ambos factores (tabla 1).

Conforme ha transcurrido más tiempo entre recolecciones se han contado más semillas en las vainas de ambos cultivares. Éstos responden de una manera parecida, las pendientes son casi iguales 0.134 semillas.día^{-1} en Nadal y 0.113 semillas.día^{-1} en Fasili (figura 7). Este resultado tiene mucha lógica, pues lo que se ha contado son las semillas que se veían al abrir la vaina tras la recolección, y aunque la cadencia de recolección parece lógico que no influya en el número de semillas, el que hayan pasado más días desde que cuajó el fruto hará que las semillas crezcan y por tanto sean más perceptibles a la hora del conteo. Con todo, no se debe descartar totalmente que el cambiar de cadencia de recolección pudiera tener una cierta influencia en el número de semillas que tiene cada fruto, cosa que debería contrastarse con trabajos posteriores.

Fasili tiene más semillas que Nadal y globalmente la cadencia de 7 días entre recolecciones ha permitido contar más semillas que en las otras dos, en línea con lo señalado al principio de este epígrafe.

En Fasili se aprecia más claramente que en Nadal el aumento de semillas conforme se incrementa el tiempo entre recolecciones. Con todo se puede apreciar que se aprecian en las judías alrededor de 7 semillas.

Peso de las semillas de la vaina

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre cultivares y entre cadencias, siendo también estadísticamente significativa la interacción en el (tabla 1). La respuesta de Nadal conforme aumenta el tiempo entre recolecciones es muy diferente a la de Fasili, llegándose en aquel 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 1). Estos valores superan claramente al del cultivar Nadal en cadencia de 4 días y éste a su vez a los restantes.

Que el tiempo entre recolecciones sea de 2 ó 4 días no parece ser importante en Fasili en lo que al peso de semillas se refiere, hecho que no se mantiene cuando el tiempo entre recolecciones es de 7 días. En Nadal sí se acusa algo el paso de 2 a 4 días y mucho el paso a 7 días. Hay por tanto una clara interacción que se concreta en que mientras en Nadal, diariamente las semillas aumentan un peso 0.27 g, en Fasili el aumento es de sólo 0.16 g (figura 8).

Porcentaje del peso de las semillas en la vaina

Se han detectado d.e.s. entre cultivares y entre cadencias. Nadal presenta un porcentaje claramente superior a Fasili. La cadencia condiciona claramente el porcentaje representado por las semillas, sobre todo cuando se trata de 7 días entre recolecciones (tabla 1). 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 9), 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 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.

Este parámetro diferencia claramente a Fasili de Nadal pues mientras en éste al dejar más días entre recolecciones se dispara el porcentaje de peso semilla/vaina, en Fasili se contiene de forma clara, llegando, esta condición más desfavorable a representar sólo el 4.7% por debajo del criterio que se ha fijado, y que permite afirmar que en este cultivar es más soportable el aumento del tiempo entre recolecciones, un agricultor que tuviese problemas de mano de obra podría dilatar algo más el tiempo entre recolecciones.

Teniendo en cuenta que en judía verde de industria y de sección circular, el porcentaje de peso que representan las semillas en el total de la vaina con el calibre de la misma, señala, que para obtener una calidad media debe estar en torno al 6-8% (Billiotel *et al.*, 1998) .Estos datos darían una aproximación de la calidad de las vai-

nas 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.

Porcentaje de materia seca de las vainas

Únicamente se han encontrado d.e.s. entre cadencias de recolección. El porcentaje de materia seca obtenido en ambos cultivares ha sido muy similar. El porcentaje de materia seca obtenido en la cadencia de 7 días, ha sido superior a los obtenidos en las cadencias de 4 y 2 días (tabla 1).

La respuesta de ambos cultivares es distinta a medida que transcurre mayor tiempo entre recolecciones, pues en Fasili, en la cadencia de 4 días, el porcentaje de materia seca obtenido es menor que el de la de 2 días, y en la cadencia de 7 días vuelve a ser mayor que el de las anteriores, sin embargo en Nadal, a medida que transcurre mayor tiempo entre recolecciones, el porcentaje de materia seca aumenta (figura 10).

De forma global, desde el principio, el porcentaje de materia seca se va incrementando más rápidamente en Fasili, aumentando 0.40% cada día que pasa sin recolectarse las vainas, frente a 0.18% que aumenta en Nadal (figura 10).

Los resultados aquí obtenidos van claramente en la línea de los apreciados hasta ahora, que el cambio importante se produce a partir de los 4 días, que hasta entonces no es muy importante y podría esperarse entre cosechar hasta los 4 días, pero 5 ó 6 ya parece difícil, el incremento de peso de vaina o de materia seca ya hace que las judías verdes empiecen a ser de menor calidad.

Parámetros de la semilla central

Peso de la semilla central

Se han encontrado d.e.s. entre cultivares y entre cadencias, siendo también estadísticamente significativa la interacción entre ambos factores. La respuesta obtenida en este parámetro ha resultado análoga a la encontrada en el peso de las semillas, anteriormente estudiado. La respuesta de Nadal conforme aumenta el tiempo entre recolecciones es muy diferente a la de Fasili, llegándose en aquella a 0.28 g de peso de semilla central cuando transcurren 7 días entre recolecciones, frente a 0.17 g que en esa cadencia alcanza Fasili (tabla 1). Estos valores superan claramente al obtenido con el cultivar Nadal recolectada cada 4 días y éste a su vez a los restantes.

Partiendo de pesos similares cuando la cadencia es de 2 días, al pasar a cadencia 4, varían poco los pesos, pero cuando se pasa de la cadencia 4 a 7 días los pesos son superiores al doble (figura 11). En este caso, a pesar de que las rectas de regresión presentan unos coeficientes de determinación altos, no parece muy correcto aplicar las pendientes como tasas de aumento del peso de la semilla central con el tiempo, pues habría dos tramos diferentes en cada una de las rectas: de 2 a 4 días y de 4 a 7 días. En el primer tramo de la recta de regresión de Nadal, el aumento del peso de la semilla por día que pasa sin recolectarse es de 26 mg, mientras que en Fasili es de 5 mg. Y en el segundo tramo, cuando pasamos de 4 a 7 días entre recolecciones, el aumento del peso de semilla por

día es de 45 mg, y en Fasili 30 mg, lo que supone una gran diferencia entre ambos cultivares a medida que aumenta el tiempo entre recolecciones.

La evidencia puesta de manifiesto en este apartado ya se había adelantado en otros epígrafes: que el cambio importante en el engrosamiento de las semillas e produce cuando la diferencia entre recolecciones es mayor de 4 días. En un futuro habría que estudiar que edad de la vaina corresponde a ese cambio importante de velocidad de crecimiento de las semillas, sobre todo en Nadal.

Longitud de la semilla central

Se han encontrado d.e.s entre cultivares y entre las distintas cadencias de recolección. La longitud media de la semilla central obtenida con Nadal ha sido superior a la media obtenida con Fasili. La longitud media obtenida con cada cadencia queda fuertemente ligada a este factor, de manera que, al aumentar el tiempo entre recolecciones, la semilla central se hace más larga; siendo la longitud en la cadencia de 7 días superior a la de la cadencia de 4 días, y ésta a su vez superior a la de la cadencia de 2 (tabla 6).

Teniendo en cuenta las rectas de regresión obtenidas para este parámetro, la longitud de la semilla central aumenta con una tasa de 0.95 $mm \cdot día^{-1}$ en Nadal, frente a 0.72 $mm.día^{-1}$ que aumenta en Fasili (figura 12). En este parámetro también se aprecian las diferencias señaladas en el peso de la semilla central.

Anchura de la semilla central

Se han detectado d.e.s. entre cultivares y entre las distintas cadencias de recolección. La anchura de la semilla central de las vainas de Nadal ha sido superior a la anchura de la semilla de Fasili en más de 1 mm. Al aumentar el tiempo entre recolecciones, los valores han sido cada vez mayores, y estadísticamente diferentes, siendo superior el valor de la cadencia de 7 días al de la cadencia de 4 días, y éste superior al de la cadencia de 2 días (tabla 6).

Al igual que en el parámetro anterior, a pesar de no haberse encontrado diferencias estadísticamente significativas en la interacción entre factores, el cultivar Nadal parece estar influenciado por el tiempo entre recolecciones de forma más negativa que Fasili, pues la tasa de crecimiento de la anchura de la semilla en Nadal es de 0.476 $mm.día^{-1}$, superior a la tasa de crecimiento encontrada en Fasili de 0.376 $mm.día^{-1}$ (figura 13).

Grosor de la semilla central

Se han detectado d.e.s. entre cultivares y entre las distintas cadencias de recolección. El grosor de la semilla central de las vainas de Nadal ha sido superior al de la semilla central de Fasili Las diferencias encontradas entre las distintas cadencias de recolección también han sido estadísticamente significativas, de modo que, la cadencia de 7 días, ha dado lugar a semillas más gruesas que la cadencia de 4 días, y ésta a su vez, aunque no con tanta claridad, a las cadencia de 2 días (tabla 1).

Ambos cultivares están condicionados por la cadencia de recolección, pero Nadal presenta mayor sensibilidad al tiempo transcurrido entre recolecciones, de manera que

en la cadencia de 7 días la diferencia entre los grosores de la semilla central llega a ser más notable que en Fasili, hecho que se puede constatar teniendo en cuenta la tasa de crecimiento del grosor de la semilla obtenida en Nadal, de 0.38 mm.día^{-1}, superior a la tasa obtenida en Fasili de 0.29 mm.día^{-1} (figura 14).

Color de las vainas

Parámetro "L" en la vaina

Se han encontrado d.e.s. entre cultivares y entre las distintas cadencias de recolección, pero no en la interacción, tanto en los tres puntos de la vaina en la que se midió el color (**punto de inserción, zona central** y **ápice**) como en el **valor medio** obtenido de la vaina. Las vainas obtenidas con el cultivar Fasili han sido más claras, con un valor "L", superior estadísticamente al valor obtenido con Nadal. A medida que aumenta el tiempo entre recolecciones también se acrecienta el valor de este parámetro y por lo tanto se obtienen vainas más oscuras. El valor del parámetro "L" obtenido en la cadencia de 7 días ha sido estadísticamente superior al obtenido en las restantes cadencias en el punto de inserción de la vaina con la planta y en la zona central de la vaina. Mientras que el valor de dicho parámetro obtenido en el ápice de la vaina y media de la vaina el valor de "L" obtenido en la cadencia de 7 días ha sido superior al obtenido en la cadencia de 4, y éste ha sido superior al de la de 2 días (tabla 2).

El valor de "L" en las distintas zonas de la vaina es ligeramente mayor en el cultivar Fasili que en Nadal, y además, aumenta a medida que transcurre más tiempo entre recolecciones, de modo que vainas más tiernas presentan un valor de "L" menor que vainas que han estado más tiempo en la planta, siendo éstas más oscuras. También es distinto en función de la zona de la vaina donde se mida, según recorremos la vaina desde el punto de inserción hasta el ápice el valor de dicho parámetro va en aumento (figura 15). En definitiva, las judías de Fasili son más claras que las de Nadal. En los dos casos conforme pasan más días entre recolecciones, las judías se van aclarando.

Parámetro "a" en la vaina

En el **punto de inserción, ápice** y en **valor medio** obtenido de toda la vaina, se han encontrado d.e.s. entre cultivares y entre las distintas cadencias de recolección, pero no en la interacción, en la **zona central** únicamente se han encontrado d.e.s. entre cultivares. Las vainas obtenidas con el cultivar Fasilil han sido más verdes, con un valor "a" menor estadísticamente al valor obtenido con Nadal. A medida que aumenta el tiempo entre recolecciones disminuye el valor de este parámetro y por lo tanto se obtienen vainas más verdes, de manera que el valor de "a" en la cadencia de 2 días, ha sido estadísticamente superior al valor obtenido en la cadencia de 4 y 7 días en el punto de inserción, ápice y en la media (tabla 2).

Este parámetro presenta un comportamiento similar en ambos cultivares, a medida que aumenta el tiempo entre recolecciones. El valor de "a", en las distintas zonas de la vaina es mayor siempre en el cultivar Nadal que en Fasili, y además, disminuye a medida que transcurre más tiempo entre recolecciones, de modo que vainas más tiernas presentan un valor de "a" mayor que vainas que han estado más tiempo en la planta, sien-

do éstas, por tanto, más verdes. Según recorremos la vaina desde el punto de inserción hasta el ápice, el valor del parámetro "a" va en disminución, las vainas serían más verdes hacia el ápice (figura 16).

Parámetro "b" en la vaina

Tanto en los tres puntos de la vaina en la que se midió el color (**punto de inserción, zona central** y **ápice**) como en **valor medio** obtenido de la vaina, se han encontrado d.e.s. entre cultivares y entre las distintas cadencias de recolección, pero no en la interacción. Las vainas del cultivar Fasili han sido más amarillentas, con un valor "b" estadísticamente superior al de Nadal. A medida que aumenta el tiempo entre recolecciones también aumenta el valor de este parámetro y por lo tanto se obtienen vainas más amarillentas, de manera que las cadencias de 7 y 4 días se han amarilleado más que las de la cadencia de 2 días, excepto en la zona central de la vaina, donde el valor obtenido en la cadencia de 4 días no ha sido ni superior ni inferior al obtenido en las restantes cadencias de recolección (tabla 2).

De forma global, el parámetro "b" en Fasili siempre es mayor que en Nadal y por lo tanto sus vainas son más amarillentas que las de Nadal, a medida que transcurren más días entre recolecciones también aumenta el valor de "b", siendo más amarillas las vainas que permanecen más tiempo sin ser recolectadas, y a medida que se recorre la vaina desde el punto de inserción hacia el ápice la vaina se amarillea (figura 17).

Croma de la vaina

Al igual que en el parámetro anterior, se han encontrado d.e.s. entre cultivares y entre Al igual que en el parámetro anterior, se han encontrado d.e.s. entre cultivares y entre las distintas cadencias de recolección, pero no en la interacción, tanto en los tres puntos de la vaina en la que se midió el color (**punto de inserción, zona central** y **ápice**) como en **valor medio** obtenido de la vaina. Las vainas del cultivar Fasili presentan un tono de color más intenso, y estadísticamente superior a las obtenidas con Nadal. Los valores del croma de las cadencias de 7 y 4 días han sido estadísticamente superiores al valor obtenido en la cadencia de 2 días (tabla 2).

De forma global, el aumento del croma es similar en todas las zonas de la vaina, de manera que en Fasili siempre es mayor que en Nadal y por lo tanto con vainas con un tono de color más intenso en Nadal. Además, la vaina tiende a tener un tono de color más intenso según la recorremos ésta desde el punto de inserción hasta el ápice, ya que los valores de croma son mayores en la zonas que primero se han desarrollado del fruto (figura 18).

DISCUSIÓN

El tiempo entre recolecciones ha sido determinante en todos los parámetros de calidad estudiados, y además en algunos de los mismos ha influido de manera distinta según el cultivar utilizado. En el peso de las vainas, grosor (tanto a la altura de la semilla central como interseminal), peso de las semillas y peso de la semilla central, se han encon-

trado d.e.s. en la interacción de los factores, de modo que en las vainas recolectadas en las plantas del cultivar Nadal, el aumento de dichos parámetros es más acusado, lo que hace de él un cultivar menos apropiado cuando se quieren distanciar las recolecciones a más de dos días.

Mientras en Fasili las semillas representan por lo general porcentajes, en peso, bajos de la vaina, en Nadal cuando el período entre recolecciones supera 4 días alcanzan los límites aceptables para unas judías de calidad (6%).

En cuanto a los restantes parámetros de calidad, lógicamente aumentan todos a medida que aumenta el tiempo entre recolecciones, obteniéndose vainas más largas, más anchas, con más porcentaje de semilla, y también, semillas de mayor dimensión (longitud, anchura y grosor).

En referencia al color, las vainas de Fasili son más claras, más verdes, más amarillentas que las de Nadal. Son también más claras, más verdes, más amarillentas a medida que se aumenta el tiempo entre recolecciones, siendo también, en general, más claras, más verdes y más amarillentas si recorremos la vaina desde el punto de inserción hasta el ápice de la misma. El color de las vainas obtenidas en Fasili es más intenso que el de Nadal, siendo más intenso a medida que aumenta el tiempo entre recolecciones, y en general más intenso si recorremos la vaina desde el punto de inserción hasta el ápice de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

BILLIOTEL, Y., *et al.* (1998). Haricots pour la tansformation. Union Nationale Interprofessionelle des lègumes transformés (UNILET).

MARÍN, J. (2005-2006). Potrtagrano: Vademécum de Variedades Hortícolas.

LÓPEZ GÁLVEZ, J. (1992). Productividad de la judía verde sobre enarenado bajo invernadero en Almería. Serie Tesis Doctorales, 1. Fiapa. Almería: 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 EUIT 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.

SERRANO, Z. (1996). Veinte cultivos en de hortalizas en invernadero. Ed. del autor. Sevilla.

Tabla 1. Influencia de la cadencia de recolección en los parámetros morfológicos y de calidad de las vainas y así como de las semillas centrales en ella incluidas

Factor variación	Vaina										Semilla central			
				Grosor										
	Peso (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Grosor semilla (mm)	Grosor valle (mm)	Cfte. grosor	N.º semillas	Peso semillas (g)	% semilla/ vana	Materia seca (%)	Peso (g)	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Grosor (mm)
Cultivar														
Nadal	18.4	210.4 b	17.5 a	7.8 a	5.8 b	1.3 a	6.9 b	1.0 a	4.9 a	9.7	165.4 a	9.9 a	6.1 a	3.5 a
Fasili	18.7	221.1 a	16.7 b	7.3 b	6.0 a	1.2 b	7.5 a	0.6 b	3.0 b	9.6	99.0 b	8.3 b	5.0 b	2.8 b
Cadencia														
2 días	14.3 c	197.2 c	15.6 c	6.6 c	5.5 c	1.2 b	7.0 b	0.4 c	2.7 b	9.2 b	71.7 c	7.3 c	4.6 c	2.5 c
4 días	17.9 b	215.0 b	16.8 b	7.2 b	5.9 b	1.2 b	7.0 b	0.5 b	3.1 b	9.2 b	105.5 b	8.5 b	5.3 b	2.9 b
7 días	23.4 a	235.1 a	18.9 a	8.9 a	6.4 a	1.4 a	7.6 a	1.4 a	6.1 a	10.6 a	219.4 a	11.5 a	6.7 a	4.1 a
Interacción														
Nadal 2 días	13.9 e	191.6	15.9	6.6 d	5.3 d	1.2	6.8 c	0.5 d	3.2	9.6	85.5 d	7.9	5.0	2.7
Nadal 4 días	17.3 d	208.1	17.3	7.5 c	5.8 c	1.3	6.6 c	0.7 c	3.9	9.2	139.0 c	9.9	5.9	3.2
Nadal 7 días	23.9 a	231.5	19.5	9.5 a	6.4 a	1.5	7.4 b	1.8 a	7.5	10.4	274.6 a	12.6	7.4	4.6
Fasili 2 días	14.7 e	202.7	15.4	6.6 d	5.7 c	1.2	7.2 b	0.3 d	2.0	8.8	60.8 d	6.8	4.2	2.2
Fasili 4 días	18.5 c	222.0	16.4	6.8 d	6.0 b	1.1	7.5 ab	0.4 d	2.2	9.2	71.9 d	7.7	4.7	2.6
Fasili 7 días	23.0 b	238.7	18.4	8.4 b	6.3 a	1.3	7.8 a	1.1 b	4.7	10.8	164.2 b	10.3	6.1	3.7

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

Tabla 2. Valor de los parámetros "L", "a", "b" y croma en las distintas zonas de la vaina donde se han realizado las mediadas del color en las distintas combinaciones cultivar/cadencia

	Parámetro "L"				Parámetro "a"				Parámetro "b"				Croma			
	Punto inserc.	Zona central	Ápice	Media	Punto inserc.	Zona central	Ápice	Media	Punto inserc.	Zona central	Ápice	Media	Punto inserc.	Zona central	Ápice	Media
Cultivar																
Nadal	58.7 b	59.2 b	56.0 b	59.3 b	-12.9 a	-12.9 a	-13.1 a	-13.0 a	19.6 b	19.7 b	20.2 b	19.8 b	23.5 b	23.5 b	24.1 b	23.7 b
Fasili	60.77 a	61.5 a	62.3 a	61.5 a	-14.3 b	-14.2 b	-14.5 b	-14.3 b	22.3 a	22.6 a	23.1 a	22.7 a	26.5 a	26.7 a	27.31 a	26.8 a
Cadencia																
2 días	58.5 b	59.2 b	59.5 c	59.1 c	-13.0 a	-13.2	-13.3 a	-13.1 a	20.0 b	20.5 b	20.8 b	20.4 b	23.8 b	23.4 b	24.7 b	24.3 b
4 días	59.3 b	59.9 b	61.0 b	60.1 b	-13.9 b	-13.8	-14.1 b	-13.9 b	21.3 a	21.3 ab	22.1 a	21.6 a	25.4 a	25.4 a	26.3 a	25.7 a
7 días	61.3 a	62.0 a	63.0 a	62.1 a	-14.0 b	-13.6	-14.1 b	-13.9 b	21.5 a	21.6 a	22.1 a	21.8 a	25.7 a	25.5 a	26.2 a	25.8 a
Interacción																
Nadal 2 días	57.0	57.9	58.3	57.7	-12.3	-12.3	-12.6	-12.4	18.4	18.7	19.2	18.8	22.1	22.4	23.0	22.5
Nadal 4 días	58.7	59.0	59.9	59.2	-13.2	-13.1	-13.4	-13.3	20.1	20.1	20.8	20.3	24.1	24.0	24.7	24.2
Nadal 7 días	60.2	60.8	61.8	60.9	-13.3	-13.3	-13.3	-13.3	20.2	20.2	20.7	20.4	24.2	24.2	24.6	24.3
Fasili 2 días	59.9	60.6	60.7	60.4	-13.7	-14.1	-14.1	-14.0	21.5	22.2	22.3	22.0	25.5	26.3	26.3	26.1
Fasili 4 días	59.7	60.7	62.1	60.9	-14.6	-14.5	-14.8	-14.6	22.5	22.6	23.5	22.8	26.8	26.8	27.8	27.1
Fasili 7 días	62.4	63.2	64.1	63.2	-14.6	-13.9	-14.8	-14.4	22.9	22.9	23.6	23.1	27.1	26.8	27.8	27.3

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

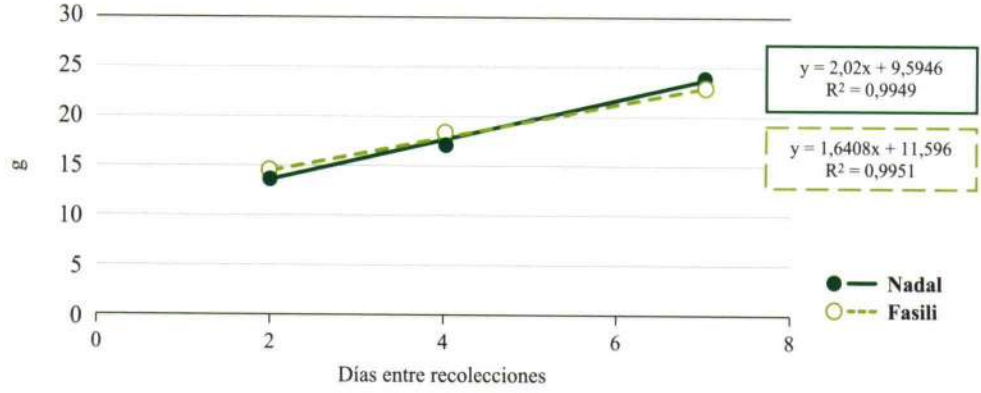

Figura 1. Peso medio de las vainas obtenidas en cada combinación

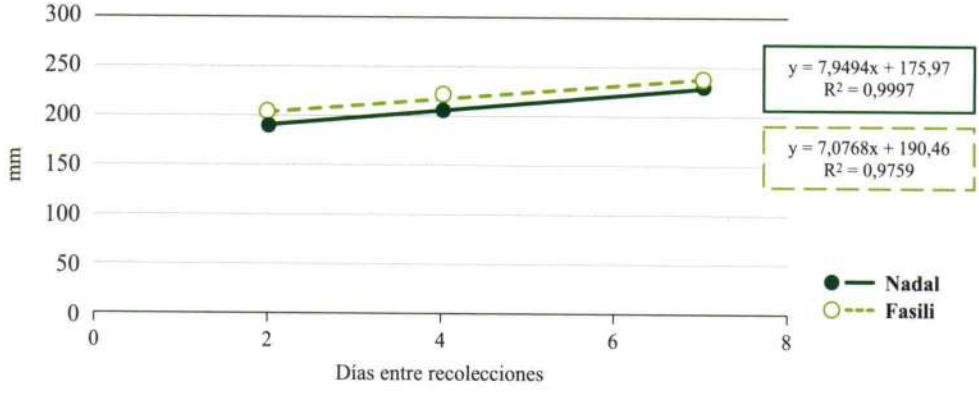

Figura 2. Longitud de las vainas obtenidas en cada combinación

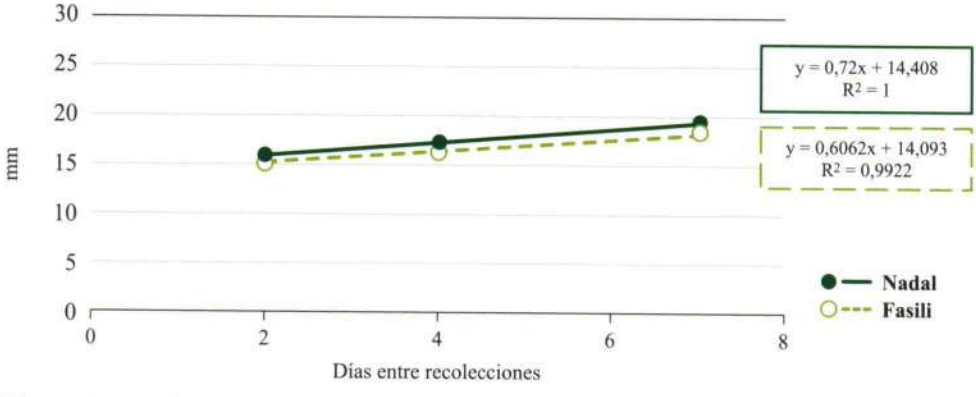

Figura 3. Anchura de las vainas obtenidas en cada combinación

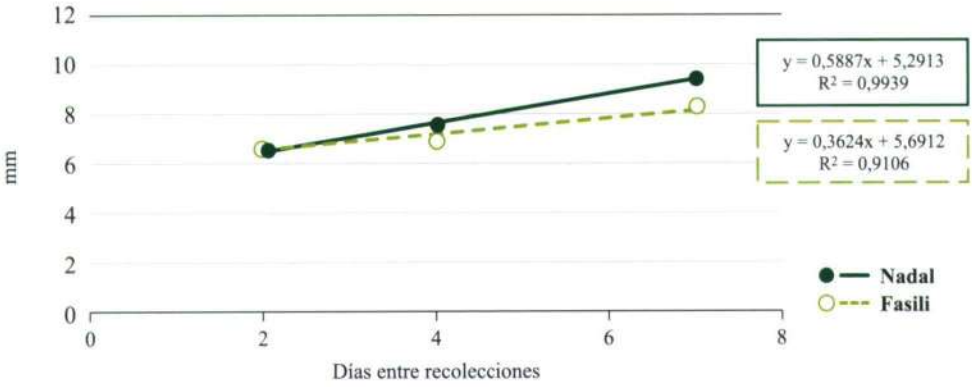

Figura 4. Grosor de la altura de la semilla de las vainas obtenidas en cada combinación

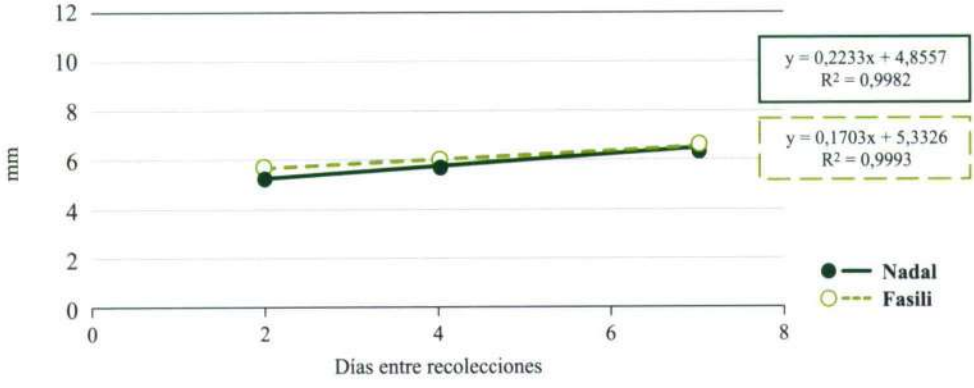

Figura 5. Grosor en la zona interseminal de las vainas obtenidas en cada combinación

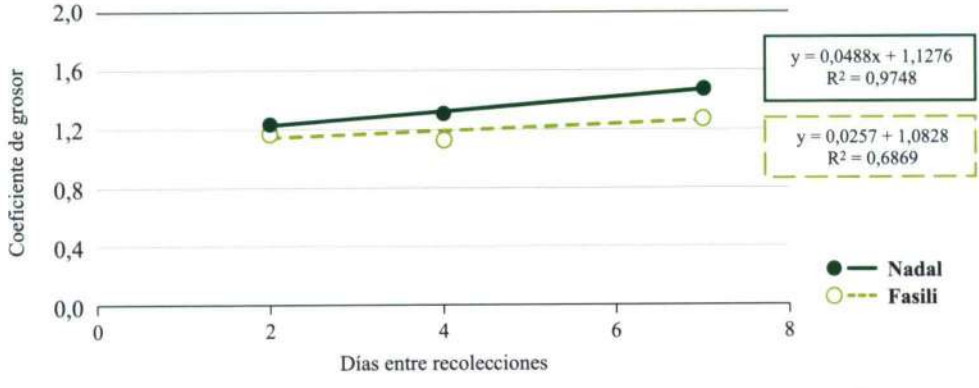

Figura 6. Coeficiente de grosor de las vainas obtenidas en cada combinación

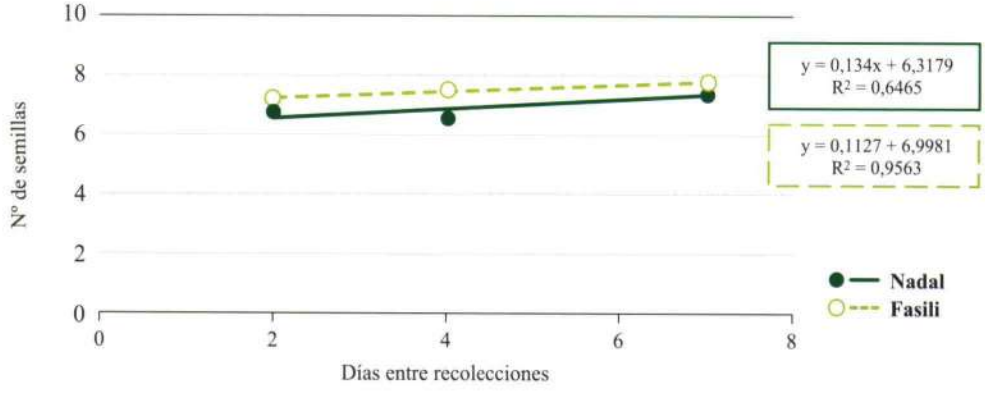

Figura 7. Número de semillas de las vainas obtenidas en cada combinación

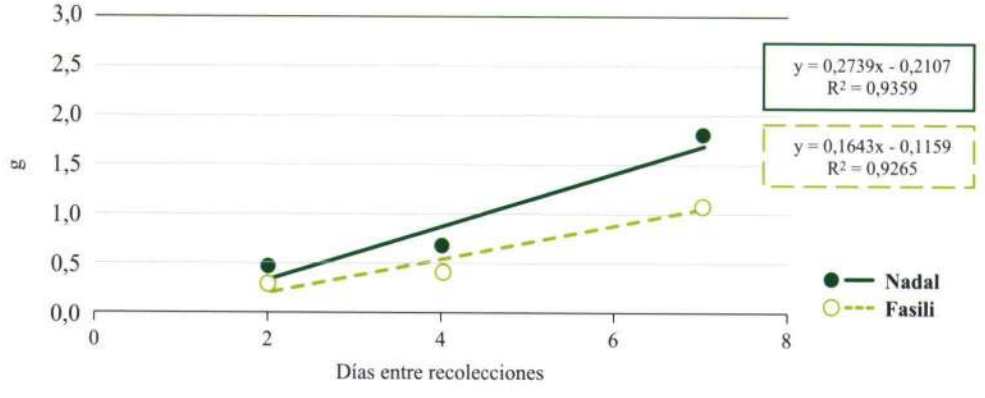

Figura 8. Peso de las semillas de las vainas obtenidas en cada combinación

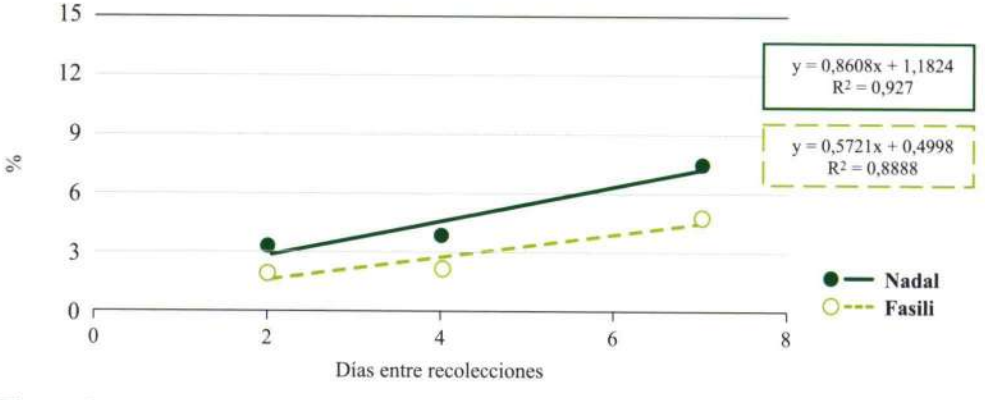

Figura 9. Peso en porcentaje de semilla/vaina obtenidas en cada combinación

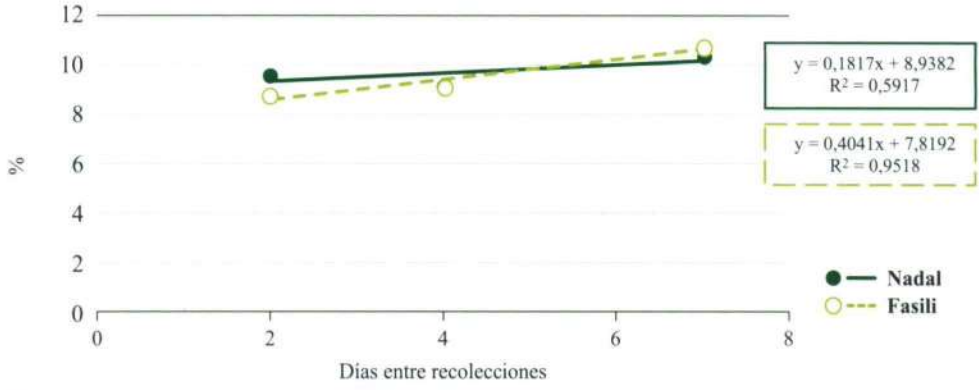

Figura 10. % de Materia Seca de las vainas obtenidas en cada combinación

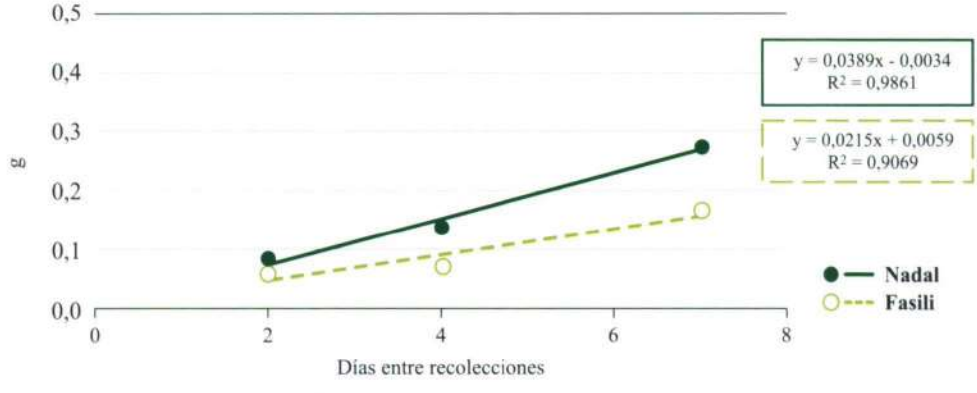

Figura 11. Peso de la semilla central de las vainas obtenidas en cada combinación

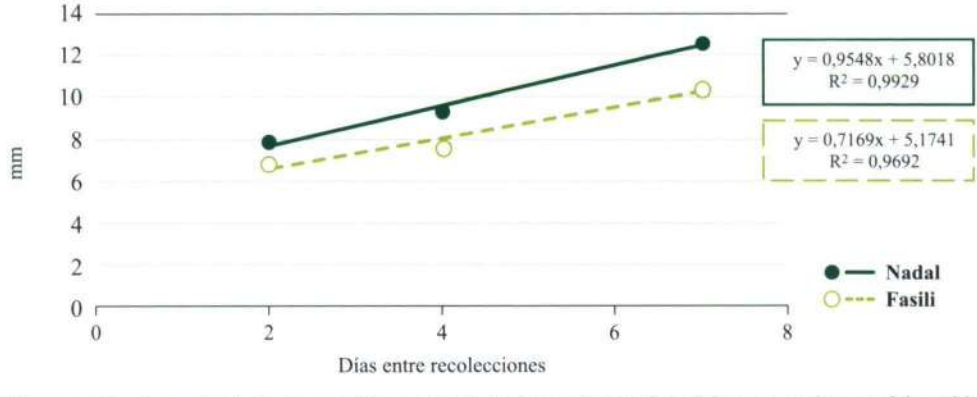

Figura 12. Longitud de la semilla central de las vainas obtenidas en cada combinación

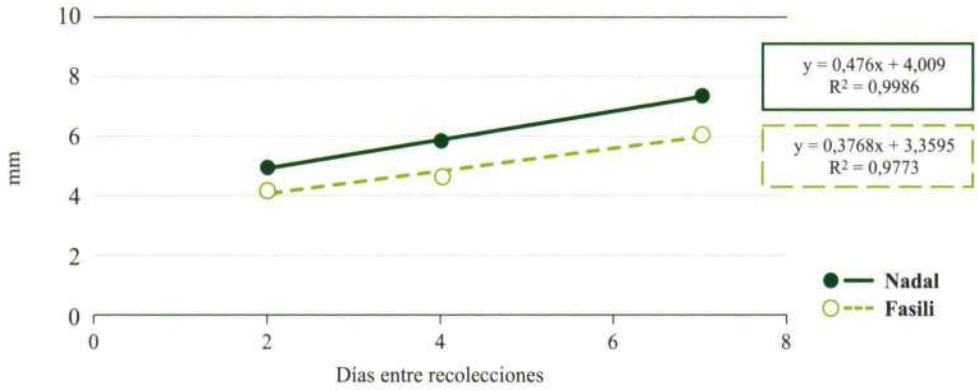

Figura 13. Longitud de la semilla central de las vainas obtenidas en cada combinación

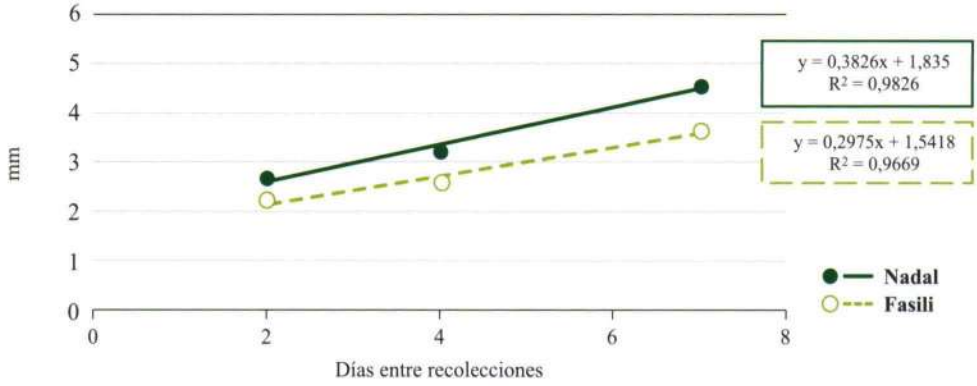

Figura 14. Grosor de la semilla central de las vainas obtenidas en cada combinación

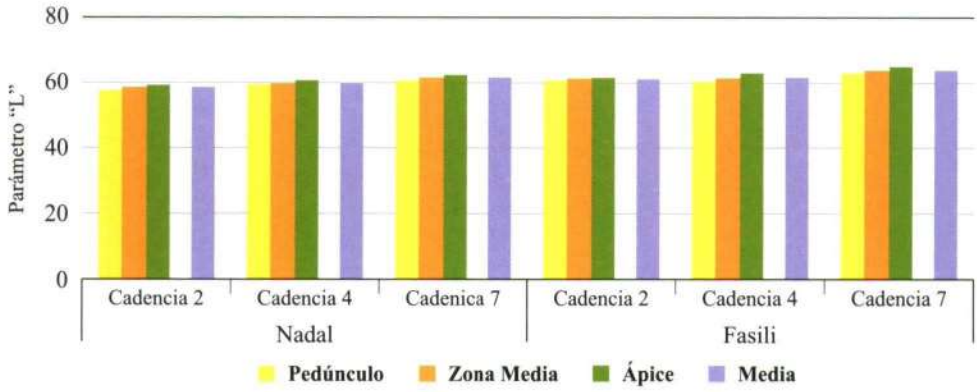

Figura 15. Parámetro "L" en las distintas partes de las vainas obtenidas en cada combinación cultivar/cadencia

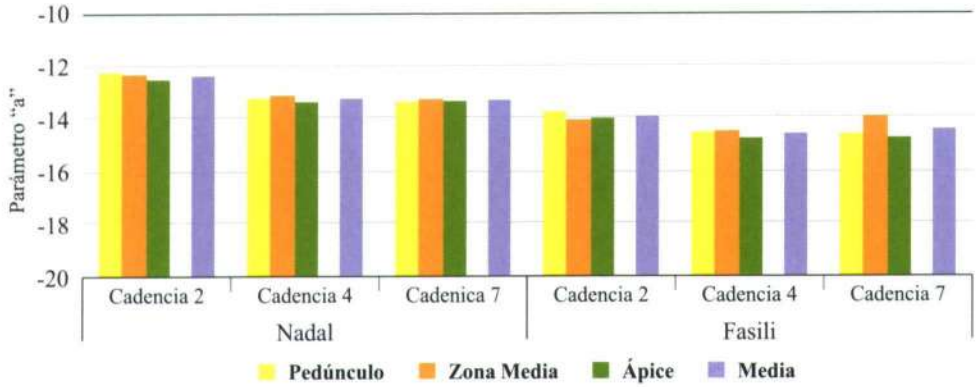

Figura 16. Parámetro "a" en las distintas partes de las vainas obtenidas en cada combinación cultivar/cadencia

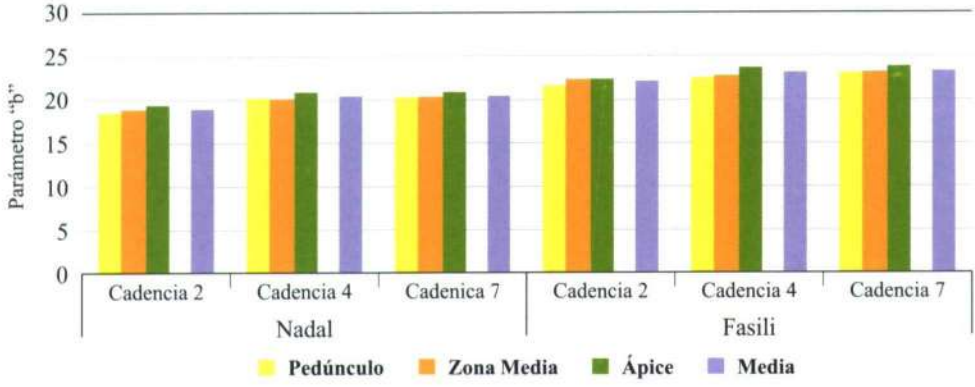

Figura 17. Parámetro "b" en las distintas partes de las vainas obtenidas en cada combinación cultivar/cadencia

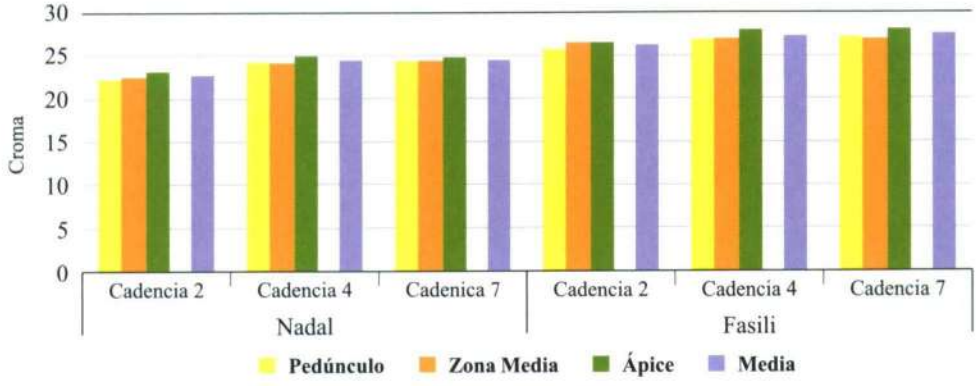

Figura 18. Valor del croma en las distintas partes de las vainas obtenidas en cada combinación cultivar/cadencia