

# INFLUENCIA DE LA CADENCIA DE RECOLECCIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD EN LA JUDÍA VERDE

A. DUQUE

S. MOLINA

J. M. CLEMENTE

CCEA de Marchamalo (Guadalajara)

J. de C. de Castilla-La Mancha

P. HOYOS

J. PUEBLA

EUITA, Universidad Politécnica Madrid

## RESUMEN

Aumentar el número de días entre dos recolecciones para así mejorar los rendimientos es algo común entre los agricultores que cultivan judía verde y que está plenamente justificado si no se le recompensa pagando mejores precio por mejores calidades. En nuestro caso, con el cultivar PURSAN y en Marchamalo (Guadalajara) en cultivo de primavera-verano, se puede alcanzar casi  $\text{kg/m}^2$  cuando separábamos 7 días las recolecciones frente a  $3,75 \text{ kg/m}^2$  en el caso de cosecha diaria, aunque en este caso las vainas sean de excelente calidad. El incremento era de  $165 \text{ g/m}^2$  por cada día que alargamos el período entre dos recolecciones. Esto se consigue aumentando el peso medio de las vainas, pues las vainas cosechadas son menos en la cadencia de mayor amplitud. Cada día que alargamos el tiempo entre recolecciones supone vainas de 1 gr más de peso medio. Estas vainas cada vez tendrán las semillas más grandes y estarán cada vez más duras.

Estar trabajando con una cadencia de recolección y cambiar a otra de mayor amplitud no influye sobre el rendimiento en esta segunda fase.

La diferencia importante en el número de vainas que están disponibles para la recolección en cada una de las cadencias y el distinto peso de las vainas pueden generar rendimientos de recolección muy diferentes y por tanto costes muy distintos. Aumentar el número de días entre recolecciones implica tener más vainas recolectables y de un tamaño mayor y por tanto mejores ratios de recolección ( $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ) por tanto un coste más bajo.

La eficiencia en el uso del agua es muy diferente según de que cadencia se trate, necesiándose más litros de agua para producir un kg de judía verde en la cadencia de menos días entre recolecciones.

Las vainas de cadencias más amplias tienen cada vez mayor longitud, anchura y espesor o grosor. Conforme aumentamos más el período entre recolecciones el ratio de marcado de la semilla crece rápidamente. El grosor en la zona de semilla es casi un 25% mayor que el medido en la zona entre-semilla en la cadencia de 7 días.

El peso de las semillas que en la cadencia de 1 día representa sólo el 1,5% del peso total de la vaina, en el caso de la cadencia 7 días llega a representar casi el 3,5%, pesando en media las semillas 35 mg en el primer caso y casi 100 mg en el segundo. Normalmente hay más semillas en las vainas de las cadencias mayores.

La dureza crece de forma clara con el aumento de días entre recolecciones, siendo un buen índice para evaluarla los °TR, medidos de forma similar a como se hace en guisante. Se obtuvieron medidas de 30,51 °TR para la cadencia 1 y 50,75 °TR en la cadencia 7 días, quedando la cadencia 3 con 41,6 °TR y la 5 con 45,9 °TR. No se encontró relación entre la dureza y el contenido en materia seca de las vainas.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de cualquier actividad hortícola es producir con calidad. Hoy no se puede olvidar en este sector, que si queremos obtener una buena remuneración con nuestro cultivo, tenemos que obtener el máximo posible de producto de la mejor calidad. En judía verde, la recolección representa la parte más importante del coste de cultivo, por lo que la mayoría de los agricultores intentan separar las recolecciones en el tiempo con el fin de tener, cada vez que se cosecha, el máximo posible de judías verdes y así conseguir una ratio de recolección más favorable. Sin embargo aumentar el tiempo entre dos recolecciones sucesivas significará peor calidad de las judías verdes recolectadas, además de mayor heterogeneidad, más diferencia entre las diferentes judías recogidas. Cuando hablamos de judías de peor calidad queremos decir que serán judías por lo general menos tiernas, con mas M.S. (López-Gálvez, 1992), y con semillas de mayor tamaño, las vainas también serán lógicamente más grandes y de mayor peso unitario. En nuestras condiciones de cultivo primavera-verano con temperatura y luminosidad «in crescendo» se acelera de forma notable la maduración (De Pascale, 1995), por ello tiene tanto interés conocer muy bien esta evolución en esta época.

Por otro lado cuando queremos comparar producciones de diferentes cultivares u obtenidas con diferentes técnicas, es preciso que los datos productivos sean obtenidos en condiciones similares, no es posible comparar producciones si son obtenidas con cadencias de recolección diferentes.

En este trabajo se pretende conocer como influye sobre la producción la cadencia de recolección, así como también conocer como se ve influido el tamaño de las vainas cosechadas y otros parámetros de calidad, morfológicos fundamentalmente. No hay que olvidar que una misma cadencia de recolección puede llevar a resultados muy distintos según el momento del año y por tanto las condiciones climáticas en que nos encontremos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La judía verde cultivar PURSAN, fue cultivada en un invernadero frío de policarbonato, en el C.E.C.A. de Marchamalo (Guadalajara). Los marcos y técnicas de cultivo fueron las habituales para producción de judía en verano en la zona y que conocíamos, de ensayos anteriores (Duque et al., 1995), que se adecuaban a lo que este cultivar precisa. Los datos más relevantes del cultivo fueron: siembra en semillero 20/2, trasplante 13/3. Abonado de fondo con  $6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  de estiércol y  $100 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  del complejo 9-18-27. Abonado de cobertera en 3 veces a  $2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  de  $\text{NO}_3\text{K}$ , el 1, 15 y 30 de abril.

Únicamente se realizó un tratamiento fitosanitario para controlar un ligero ataque de *Plusia* spp. El riego por goteo, contaba con un gotero en cada golpe de planta. El riego se aplicó casi de forma constante y diaria teniéndose un consumo de 420 mm para todo el ciclo. Se aplicó hasta el cuajado de las primeras vainas  $2 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2}$  y día y una vez que se tenían vainas cuajadas hasta el fin del cultivo se aplicaron (en media)  $5 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2}$  y día. Las plantas se colocaron a un marco de  $3 \text{ pl} \cdot \text{m}^{-2}$  con 1 m entre líneas y 33 cm entre plantas dentro de la línea. La poda consistía en despuntar sobre 2 m de altura aproximadamente, cuando las plantas alcanzaban la altura del entutorado.

El ensayo tenía un diseño en bloques al azar con 3 repeticiones. Cada parcela elemental de  $6 \text{ m}^2$  constaba de 18 plantas. Cada tratamiento, consiste en una modalidad o cadencia de recolección, estaba por tanto repetido 3 veces. Los tratamientos o cadencias elegidas para el ensayo fueron cada 1, 3, 5 ó 7 días, intentando así cubrir la mayoría de las posibilidades que se le pueden presentar a un agricultor, que suele, en estas fechas, cosechar entre 1 y 3 veces por semana.

Las recolecciones en todos los casos eran realizadas siempre por la misma persona, que procuraba cosechar cada vez las judías verdes que en cada cadencia estaban entre un estadio, que si se dejaban, en la siguiente recolección habrían sobrepasado el estado que se consideraba límite para esa cadencia, y el estadio límite para esa recolección. La persona que realizaba las recolecciones, previamente fue entrenada para conseguir discriminar bien las cadencias de recolección. En cada recolección se contaron y pesaron todas las vainas recolectadas obteniéndose también por tanto el peso medio en cada cadencia y recolección.

Lógicamente la elección del estado de la vaina en la recogida depende de la frecuencia con que se realiza la recolección, pero había una serie de criterios que además del señalado anteriormente, se tenían también en cuenta a la hora de la recolección, como son: que se marque lo menos posible la semilla en las cadencias de mayor amplitud o que el color de la vaina completa sea lo más homogéneo posible, en las cadencias de 1 y 3 días. (Es conocido que al principio del desarrollo, en la vaina hay diferencia de color entre las zonas donde se encuentran las semillas y las zonas sin semilla y conforme crece, se iguala el color a lo largo de toda la vaina). Se procuró que el estado en que se cogían las vainas en la cadencia de 1 día fuera el límite por el lado más tierno, de las otras cadencias.

El ritmo de recolección se respetó escrupulosamente y cuando alguna recolección coincidió con festivos o existió algún problema que impidiese cosechar en el día previsto, se recolectaban, en cuanto se podía, todas las vainas hasta el límite señalado, contándolas, para luego poder contabilizarlas en la producción, multiplicando el número de vainas cosechadas por el peso medio obtenido en ese período, después de haber comprobado la estabilidad de este parámetro a lo largo de esas fechas.

La recolección, controlando cadencias, se llevó a cabo entre el 15 de mayo y el 23 de junio. A partir de esta fecha, se realizaron 3 recolecciones más, separadas 7 días entre cada

una de ellas (el 27 de junio y 4 y 11 de julio), con el fin de comprobar si el ritmo de cadencia previo podría influir sobre la producción posterior, pues puede haber casos en que sea preciso durante el cultivo, cambiar de cadencia de recolección, bien sea por imperativos comerciales, de ajuste de la mano de obra o de cambios en las condiciones climáticas.

Para evaluar la calidad, cada vez que se cosechaba se tomaba al azar una muestra de 20 vainas en cada repetición de cada cadencia sobre la que se midieron: Peso (Pv), longitud (Lv), Anchura (Av) y Espesor de la vaina, éste último parámetro se mide en dos zonas diferentes en el centro de la vaina (E.S.E.) espesor en la zona donde se encuentra la semilla y E.E.S. en la zona entre dos semillas con la intención de evaluar en qué grado sobre la vaina se «marca la semilla», que es una forma popular de denominar a una judía verde que está perdiendo calidad. De cada vaina se extrajo la semilla central sobre la que se midió la longitud (Ls), anchura (As) y espesor (Es); también se contó el total de las semillas de cada vaina y el peso de todas ellas. También se evaluó la dureza de las vainas mediante dos sistemas: en un caso se empleó un penetrómetro de 5 mm de diámetro de vástago, las judías se sujetaban entre dos tacos de madera que tenían un orificio en su parte central que se hacía coincidir con el centro geométrico de la vaina y por donde se aplicaba el penetrómetro, apuntándose los kg de fuerza necesarios para traspasar la judía. En el otro sistema se empleó un tenderómetro portátil Bertuzzi (Brugherio-Italia) de los empleados para evaluar la dureza en guisantes. Se introducían en el cajoncito del tenderómetro trozos iguales de la parte central de la vaina, operándose de la misma manera que si se fuese a determinar la dureza del guisante obteniéndose esta en grados tenderométricos ( $^{\circ}$ TR). En algunos muestreos se determinó también la materia seca de las vainas con el fin de correlacionarla con los parámetros más rápida y fácilmente medibles, pues aunque la M.S. puede dar una buena idea de calidad requiere contar con equipamiento más sofisticado (balanza de precisión y estufa) y al menos con dos días hasta conseguir peso seco constante.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Producción

#### *Rendimiento*

La producción obtenida con las diferentes cadencias de recolección se recoge en la tabla 1 y figura 1, observándose una disminución clara conforme se acorta el período entre recolecciones existiendo una diferencia cercana a  $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  entre las dos extremas que es estadísticamente significativa al 5%, el resto de comparaciones no son estadísticamente significativas, aunque entre la cadencia de 1 día entre recolecciones y las de 3 y 5 hay más de  $500 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  de diferencia. Esta bajada en la producción se ajusta bastante bien ( $R^2 = 0,95$ ) a una recta de regresión:  $R_{\text{día}}(\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}) = 3,60 + 0,1625 \cdot D$  ( $n^{\circ}$  de días entre recolecciones), lo que indicaría que por cada día que transcurra entre recolección y recolección podríamos esperar obtener  $162,5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  más de producción total.

#### *Peso medio*

Con todas las vainas recolectadas se obtuvo el peso medio para cada repetición dentro de cada cadencia, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre ca-

dencias, siendo superior el peso de la cadencia 7 días a la de 5 días, y así sucesivamente. La diferencia entre cadencias viene a ser de unos 2 gramos (tabla 1). En la figura 2 se puede apreciar un ajuste muy bueno ( $R^2 = 0,993$ ) entre el nº de días entre recolecciones y el peso medio obtenido ( $PM(g) = 0,413 + 1,083 D$ ) pudiéndose desprender de esta relación que el aumento de 1 día en la cadencia de recolección, permite obtener vainas de 1 g más de Peso Medio. También se estudió la evolución de este parámetro a lo largo del cultivo observándose una ligera disminución conforme avanzaba la recolección (figura 4) que era similar en las 4 cadencias de recolección.

### ***Vainas recolectadas***

Se recolectaron más vainas en las parcelas en que se cosechaba cada día (tabla 1), disminuyendo este parámetro conforme se alarga el período entre recolecciones, pero no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas. Estos valores también se ajustaban ( $R^2 = 0,973$ ) a una recta de regresión  $V(v \cdot m^{-2}) = 321,76 - 8,396 D$  (figura 3). Se podría decir que al dejar mas tiempo las vainas en la planta, seguirán creciendo, representando un sumidero importante para los asimilados producidos con lo que no podrá entonces sostener el desarrollo de las nuevas vainas y un porcentaje de ellas abortarán. Según nuestros resultados se podría afirmar que un retraso de un día en la cadencia de recolección, conduciría a una pérdida de aproximadamente 8,5 vainas  $\cdot m^{-2}$ , esto es, casi 3 vainas por planta menos. La diferencia entre los dos extremos es de casi 50 vainas  $\cdot m^{-2}$ , lo que quiere decir que al aumentar el período entre recolecciones de 1 a 7 días, la competencia por los asimilados hace abortar de un 15 a 20% más de flores de lo habitual. Disponer de más vainas para recoger influye sobre el rendimiento en la recolección. Mas adelante se analiza este aspecto del ensayo.

### ***Análisis conjunto de los componentes del Rendimiento***

Como se ha visto, conforme alargamos el período entre dos recolecciones obtenemos menos vainas, pero estas son de mayor peso, compensando este aumento de peso claramente la bajada en el nº de vainas y permitiendo obtener un mayor rendimiento. El peso medio parece el factor más determinante del rendimiento. Para comprobarlo se hizo una regresión múltiple por el procedimiento «paso a paso ascendente» introduciendo como variable dependiente el rendimiento y como variables independientes: peso medio y vainas  $\cdot m^{-2}$ . El modelo obtenido liga el rendimiento únicamente al peso medio no entrando en el modelo la otra variable. La recta obtenida es  $R_{d10} (kg \cdot m^{-2}) = 2,01 + 0,15 P.M. (g)$  con  $R^2 = 0,978$ .

### ***Influencia sobre la segunda fase de recolección***

La recolección en la segunda fase, efectuada con la misma cadencia (7 días), no ofreció diferencias entre tratamientos, obteniéndose algo mas de 2  $kg \cdot m^{-2}$  entre las tres recolecciones. Los resultados obtenidos variarían entre 2,05  $kg \cdot m^{-2}$  para la cadencia de 7 días, 2,15  $kg \cdot m^{-2}$  para la de 5 días, 2,29  $kg \cdot m^{-2}$  para la cadencia de 3 días y 2,11  $kg \cdot m^{-2}$  para

la cadencia de 1 día. La planta se adaptó rápidamente a la nueva cadencia, pareciendo por tanto que no presentaría problemas la variación de cadencia durante el cultivo, si tenemos que adaptarnos a nuevas situaciones de mercado, mano de obra o climáticas.

### *Influencia de la cadencia sobre el trabajo de recolección*

Como se dijo en la introducción, el coste de la recolección es uno de los capítulos mas importantes dentro del coste total en judía verde. Separando en el tiempo las recolecciones podemos aumentar el ratio ( $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ) de recolección pues tendremos mas vainas y de mas peso, cuando vayamos a recoger. Así en la cadencia en que transcurren 7 días entre recolección y recolección tendremos 52 vainas  $\text{m}^{-2}$  para cosechar cada vez que lo hagamos; 39,5 vainas  $\cdot \text{m}^{-2}$  cada vez que recogemos en la cadencia 5; 25,1 vainas  $\cdot \text{m}^{-2}$  en la cadencia 3 y solamente 8,9 vainas  $\cdot \text{m}^{-2}$  estarán para cosechar cada día en la cadencia 1. Lógicamente al disponer de menos vainas a cosechar habrá que buscarlas detenidamente por la planta con lo que el tiempo por vaina será mas alto y al ser mas pequeñas las vainas aún se notará más la bajada en capacidad de recolección si ésta la expresásemos en  $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ .

### *Eficiencia en el uso del agua de riego*

Como ya se ha dicho la cantidad de agua empleada fue la misma en todos los casos, 420 mm. Este agua ha sido empleada de forma diferente si consideramos las producciones obtenidas en cada cadencia. De esos 420 mm, hasta el 23 de junio se habrían consumido sólo 330 mm.

La eficiencia en la cadencia 7 fue de 69,3 l de agua por kg de judía verde producido. En la cadencia 5 se gastaron 76,4 l por kg y 78,2 l en la cadencia 3, llegándose en la cadencia 1 a un gasto de 88,9 litros de agua por kg de judía verde producida. La planta debe consumir la misma cantidad de agua en todos los casos pues debe soportar incluso más vainas en el caso de cadencias mas cortas pero no es suficiente esta compensación a la hora de calcular el ratio por kg cosechado.

Comparando únicamente el consumo de agua en producción en las dos fases diferentes de recolección, tendríamos un consumo entre el 19 de mayo y el 23 de Junio de 175  $\text{l} \cdot \text{m}^{-2}$ . El consumo sería muy similar en ambos períodos, variando entre 36,75  $\text{l} \cdot \text{kg}^{-1}$  producido en cadencia 7 días y 47,17 en cadencia 1, cuando cogemos en cada parcela según su cadencia y entre 38,96 y 44,33  $\text{l} \cdot \text{kg}^{-1}$  cuando la cadencia es única, de 7 días entre recolecciones.

Globalmente para recoger los cerca de 6,5  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$  totales necesitamos 65  $\text{l} \cdot \text{kg}^{-1}$ , que si cuantificamos únicamente cuando está en producción serían 41  $\text{l} \cdot \text{kg}^{-1}$  los necesitados.

## **CALIDAD**

Para estudiar la calidad empleamos los datos medios obtenidos a partir de los muestreos que se hicieron en todas las recolecciones efectuadas en cada cadencia, no siendo

posible una comparación entre fechas, pues eran, lógicamente, muy diferentes en número; tampoco había diferencias entre fechas que fuesen estadísticamente significativas, por lo que no parece descabellado trabajar con esos datos.

## **Características de la vaina**

Se recogen a continuación una serie de características de las vainas, tanto morfológicas como del número y peso de las semillas en ellas contenidas.

### ***Características morfológicas***

El peso de las vainas en este muestreo es mucho más alto en cada cadencia que el obtenido de dividir todo el peso cosechado entre el número de vainas cosechadas (tablas 1 y 2). La explicación a este hecho, puede radicar en que cuando hacemos un muestreo, por mucho que queramos, siempre tiene un cierto grado de sesgo y probablemente se evitó coger vainas muy pequeñas dentro de lo cosechado en cada cadencia. La desviación es bastante similar en todos los casos, lo que quiere decir que al hacer el muestreo siempre se sesgó en la misma dirección y con una intensidad parecida. Por otro lado, aunque es claro que hubo sesgo, al ser éste similar, y nuestro interés comparar las cadencias de recolección, haremos hincapié en los aspectos relativos más que en los valores absolutos de los parámetros medidos.

Vemos que todas las características de las vainas toman valores más altos conforme aumenta el número de días entre recolecciones, siendo, para el peso, algo mayor la pendiente de la regresión que la obtenida al trabajar con todas las vainas recolectadas. La longitud y anchura de la vaina también, lógicamente, son mayores cuantos más días transcurren entre recolección y recolección (figura 6). En cuanto al espesor o grosor de la semilla se ve como también aumenta conforme se separan más las recolecciones en el tiempo excepto en el grosor en la zona entre semillas (G.E.S.) en la cadencia de 7 días, que es menor que la de 5 días. El aumento de grosor en la zona de las semillas (G.SE.) también sigue una pauta similar a lo indicado para la zona entre ellas. Haciendo el cociente entre ambos grosores (G.SE./G.E.S.), podemos tener una idea de como marcan las semillas. Este ratio varía desde 0,88 para cadencia 1 día hasta 1,05 en cadencia 3, 1,06 en cadencia 5 y 1,23 en cadencia 7 días (figura 7). Es a partir de 2 días cuando comienza a destacar (a hacerse notar) la semilla sobre la superficie de la vaina, en los días siguientes no es importante pero al seguir creciendo, cuando se alcanzan 7 días es muy notable, siendo entonces la vaina casi un 25% más gruesa en esa zona. En el otro extremo, hay que resaltar como en la cadencia 1 presenta menor grosor en la zona de semilla pues puede que al tener la cavidad donde se albergará la semilla, ya formada, y ésta ser de muy pequeño tamaño, aunque al exterior no se note puede que por ese pequeño espacio vacío ceda ligeramente la pared de la vaina al realizar la medida de grosor y ésta nos dé un valor ligeramente más bajo, aparte de que ya de por sí al estar esa zona vacía puede ser más estrecha.

Se calculó para cada cadencia el volumen de la vaina asimilando esta a un prisma de lados: longitud, anchura y grosor. Los valores obtenidos tienen una tendencia similar a la del Peso Medio (figura 5). Con estos valores se calculó la relación entre Peso y Volumen (P/V) de vaina, intentando detectar diferencias, que no se encontraron, pues aun-

que esta ratio desciende conforme aumenta el tiempo entre recolecciones (figura 5), no es una caída muy importante. Este comportamiento es lógico, se va deshidratando la vaina, pero era de esperar que esta deshidratación fuese mayor y que la relación P/V descendiese de una forma más importante.

La relación entre los parámetros medidos y el número de días entre recolecciones es muy estrecha (tabla 3). Entre los resultados mas notables cabe destacar como la longitud de la vaina aumenta casi 7 mm por cada día de aumento en la separación entre cosechas.

### *Número y peso de las semillas contenidas en las vainas*

El número de semillas es mayor en las cadencias en que transcurren más días entre recolecciones (tabla 2), lo que es muy difícil de explicar pues parece que debe suceder al contrario, que conforme más tiempo están las vainas hay más competencias entre ellas e incluso como vimos, se cosechan menos vainas porque probablemente muchas de ellas abortan al ser las otras mas importantes y no dejar suficientes asimilados para el resto. La única explicación que queda, por tanto, sería precisamente que una vaina que consigue quedar cuajada en estas condiciones de competencia tiene una mejor alimentación y por tanto puede y necesita desarrollar más semillas para conseguir un fruto mejor formado, que potencialmente de lugar a semillas mejor formadas, lo que puede ser muy lógico desde el punto de vista del cultivo equilibrado para producir semillas pero no sería lo más probable desde el punto de vista del uso como judía verde.

El peso total de las semillas de una vaina era claramente superior en las cadencias mayores (tabla 2), pero no llega a alcanzar un gramo (figura 8). El peso de las semillas viene a representar desde un 1.5% en la cadencia de 1 día, hasta 3.5% en la cadencia de 7 días siendo de 2.3% en la 3 días y de 2.8% en la de 5 días.

### **Características de las semillas**

El peso unitario varía también de forma clara desde solo 35 mg en la cadencia 1 a 60 mg en la de 3 días, 75 mg en la de 5 días y 100 mg en la de 7 días (figura 8).

La longitud, anchura y grosor de las semillas son mayores conforme aumentamos el tiempo entre recolecciones (tabla 2). La longitud es casi 1 mm más grande por cada 2 días de aumento del tiempo entre recolecciones (figura 9). Si comparamos estos valores con los de la normativa que tienen algunas industrias que elaboran congelados de judía verde y que penaliza a los agricultores que entreguen judía verde cuya semilla central supere los 8 mm de largo, podemos apreciar que con cadencia superior a 4 días prácticamente superamos este umbral. El aumento en grosor de la semilla está bastante en consonancia con el diferencial de grosor de las vainas entre las zonas donde se encuentran las semillas y las zonas intermedias.

La relación entre parámetros medidos en las semillas y días entre recolecciones se muestra en la tabla 4.

### **Dureza de las vainas**

Aunque se realizó con mucha meticulosidad, la evaluación de la dureza mediante el empleo de un **penetrómetro** tiene el inconveniente del tiempo que consume si se quie-

re hacer bien. No obstante se detectaron claras diferencias entre las distintas cadencias, aumentando menos los valores entre 1 y 3 días y entre 5 y 7 días que entre los 3 y 5 días (figura 10), parece que es en ese momento cuando ya se produce un cambio en la judía, comienza a deshidratarse perdiendo turgencia y también parte de los azúcares sencillos pasan a formar almidón, mostrando también, por tanto un cambio en el sabor.

La evaluación de la dureza mediante un **tenderómetro** también consume tiempo, pues hay que cortar los trozos centrales de la vaina y llenar el cuenco del aparato (con guisantes, al ser estos esféricos, es una tarea sencilla y rápida), además hay que procurar siempre poner la misma cantidad de judía verde e igual dispuesta para que el ataque de la célula de Kramer sea siempre similar. No obstante se consiguió discriminar muy bien entre cadencias (tabla 2), observándose aquí una respuesta contraria a lo afirmado anteriormente que ocurre con la evaluación de dureza mediante un penetrómetro, esto es que el mayor salto de dureza se produce entre las cadencias 1 y 3, luego entre la 5 y 7, y el menor salto entre la 3 y 5 días (figura 10). Habrá que seguir trabajando en este campo para confirmar que sistema es el más adecuado. También se sugiere evaluar la dureza de la misma manera que en guisante, utilizando las semillas obtenidas de las vainas muestreadas, aunque pensamos que sistematizando bien que parte de la judía emplear y como introducirla en el tenderómetro, así como, que cantidad se introduce es indudable que puede ser un tipo de evaluación que se acerque mucho a lo que una persona aprecia al consumir y masticar una judía verde.

Las durezas y pesos obtenidos en cada cadencia se relacionan muy estrechamente ( $R^2 = 0,985$ ), produciéndose un aumento de 2,15 °TR por cada gramo de aumento en el peso. También la dureza relacionada con los días entre recolecciones tiene una correlación alta ( $R^2 = 0,945$ ). La recta de regresión obtenida es: Dureza (°TR) = 29,18 + 3,255 D ( $n^\circ$  de días).

También se relacionó la dureza medida con el Tenderómetro con la materia seca (M.S.) en las vainas en que se habían medido estos dos parámetros en las vainas. La relación es muy pobre ( $R^2 = 0,155$ ), no parece existir ningún tipo de relación (figura 11), contrariamente a lo que cabría esperar de que una vaina más dura, lógicamente tendría más M.S., estaría más deshidratada. Normalmente se suele entender que una vaina con más M.S. es de peor calidad (López-Gálvez J., 1992).

## CONCLUSIONES

Aumentar el número de días entre dos recolecciones para así mejorar los rendimientos es algo común entre los agricultores que cultivan judía verde y que está plenamente justificado si no se le recompensa pagando mejores precio por mejores calidades. En nuestro caso, con el cultivar PURSAN y en Marchamalo (Guadalajara) en cultivo de primavera-verano, se puede alcanzar casi 5 kg · m<sup>-2</sup> cuando separábamos 7 días las recolecciones frente a 3,75 kg · m<sup>-2</sup> en el caso de cosecha diaria, aunque en este caso las vainas sean de excelente calidad. El incremento era de 165 g · m<sup>-2</sup> por cada día que alargamos el período entre dos recolecciones. Esto se consigue aumentando el peso medio de las vainas, pues las vainas cosechadas son menos en la cadencia de mayor amplitud. Cada día que alargamos el tiempo entre recolecciones supone vainas de 1 g más de peso medio. Estas vainas cada vez tendrán las semillas más grandes y estarán cada vez más duras.

Estar trabajando con una cadencia de recolección y cambiar a otra de mayor amplitud no influye sobre el rendimiento en esta segunda fase.

La diferencia importante en el número de vainas que están disponibles para la recolección en cada una de las cadencias y el distinto peso de las vainas pueden generar rendimientos de recolección muy diferentes y por tanto costes muy distintos. Aumentar el número de días entre recolecciones implica tener más vainas recolectables y de un tamaño mayor y por tanto mejores ratios de recolección ( $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ) por tanto un coste más bajo.

La eficiencia en el uso del agua es muy diferente según de que cadencia se trate, necesiéndose más litros de agua para producir un kg de judía verde en la cadencia de menos días entre recolecciones.

Las vainas de cadencias más amplias tienen cada vez mayor longitud, anchura y espesor o grosor. Conforme aumentamos más el período entre recolecciones el ratio de marcado de la semilla crece rápidamente. El grosor en la zona de semilla es casi un 25% mayor que el medido en la zona entre-semilla en la cadencia de 7 días.

El peso de las semillas que en la cadencia de 1 día representa sólo el 1,5% del peso total de la vaina, en el caso de la cadencia 7 días llega a representar casi el 3,5%, pesando en media las semillas 35 mg en el primer caso y casi 100 mg en el segundo. Normalmente hay más semillas en las vainas de las cadencias mayores.

La dureza crece de forma clara con el aumento de días entre recolecciones, siendo un buen índice para evaluarla los °TR, medidos de forma similar a como se hace en guisante. Se obtuvieron medidas de 30,51 °TR para la cadencia 1 y 50,75 °TR en la cadencia 7 días, quedando la cadencia 3 con 41,6 °TR y la 5 con 45,9 °TR.

No se encontró relación entre la dureza y el contenido en materia seca de las vainas.

## BIBLIOGRAFÍA

- DE PASCALE, S., 1995. Influenza del regime idrico e dell'epoca di raccolta sul fagiolino in serra. Atti Giornate Scientifiche S.O.I. S. Benedetto del Tronte - 22-24 Giugno 1994, pp 389-390.
- DUQUE, A.; MOLINA, S.; HOYOS, P. y CLEMENTE, J. M. 1995. Horticultura. Resultados de Experimentación, año 1994. C.E.C.A. Marchamalo (Guadalajara), 100 pp.
- LÓPEZ-GÁLVEZ, J., 1992. Productividad de la judía verde sobre enarenado bajo invernadero en Almería. Serie Tesis Doctorales nº 1. Fiapa. Almería. 225 pp.

Cuadro 1

### INFLUENCIA DE LA CADENCIA DE RECOLECCIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LA JUDÍA VERDE

DÍAS ENTRE DOS RECOLECCIONES	PRODUCCIÓN (Kg·m <sup>-2</sup> )	PESO MEDIO VAINAS (g)	VAINAS COSECHADAS (V·m <sup>-2</sup> )
1	3,71 b	11,35 d	263,81
3	4,22 ab	13,98 c	301,27
5	4,32 ab	15,63 b	276,19
7	4,76 a	18,02 a	263,81
	*	*	N.S.

\* Diferencias estadísticamente significativas al 5%.

N.S. Diferencias estadísticamente no significativas.

Letras distintas tras los valores de los tratamientos indican diferencias estadísticamente significativas.

Cuadro 2

## CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS MEDIAS EN CADA CADENCIA DE RECOLECCIÓN

CADENCIA DÍAS	VAINAS					SEMILLAS						
	PESO g	LONGITUD mm	ANCHURA mm	G. VALLE mm	G. SEM	DUR kg	N. SEM/ VAINA	TEN °TR	L.S. mm	A.S. mm	G.S. mm	P.SE M
1	13,18	207,0	14,84	5,53	4,89	3,33	6,84	30,51	6,17	3,69	1,78	0,219
3	17,40	224,6	16,50	5,89	6,17	3,68	6,76	41,59	7,34	4,62	2,38	0,407
5	19,66	236,2	16,97	6,60	6,95	4,41	7,27	45,93	8,35	4,77	2,89	0,542
7	22,66	248,1	18,18	6,29	7,74	4,84	8,08	50,76	9,58	5,75	3,44	0,810

Cuadro 3

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN ( $y = a + b D$ )  
ENTRE DIFERENTES PARÁMETROS ( $y$ ) DE LA VAINA DE JUDÍA VERDE  
Y LOS DÍAS TRANSCURRIDOS ENTRE RECOLECCIONES ( $D$ )

PARÁMETRO	R <sup>2</sup>	TÉRMINO INDEPENDIENTE a	COEFICIENTE DE REGRESIÓN b
LONGITUD (mm) .....	0,989	202	6,75
ANCHURA (mm) .....	0,959	14,5	0,52
GROSOR E.S. (mm) .....	0,684	5,84	0,15
GROSOR S.E. (mm) .....	0,983	4,57	0,47
GROSOR MEDIO (mm) .....	0,953	5,03	0,31
VOLUMEN (mm <sup>3</sup> ) .....	0,993	13,943	2.586
P/V g . mm <sup>-3</sup> .....	0,933	0,84	-0,019
Nº SEMILLAS .....	0,816	6,39	0,21
PESO SEMILLAS (mg) .....	0,982	113	95

Cuadro 4

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN ( $y = a + b D$ )  
ENTRE DIFERENTES PARÁMETROS ( $y$ ) DE LA SEMILLA DE JUDÍA VERDE  
Y LOS DÍAS TRANSCURRIDOS ENTRE RECOLECCIONES ( $D$ )

PARÁMETRO	R <sup>2</sup>	TÉRMINO INDEPENDIENTE a	COEFICIENTE DE REGRESIÓN b
LONGITUD (mm) .....	0,998	5,61	0,56
ANCHURA (mm) .....	0,939	3,44	0,32
GROSOR (mm) .....	0,999	1,52	0,275
PESO MEDIO (mg) .....	0,986	23	11

Cuadro 5

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN ( $y = a + b D$ )  
ENTRE DIFERENTES MEDIDAS DE LA DUREZA DE LA VAINA DE JUDÍA  
VERDE ( $y$ ) Y LOS DÍAS TRANSCURRIDOS ENTRE RECOLECCIONES ( $D$ )

PARÁMETRO	R <sup>2</sup>	TÉRMINO INDEPENDIENTE a	COEFICIENTE DE REGRESIÓN b
PENETROMETRO (kg) .....	0,982	3,01	0,263
TENDEROMETRO (°TR) ....	0,945	29,18	3,25

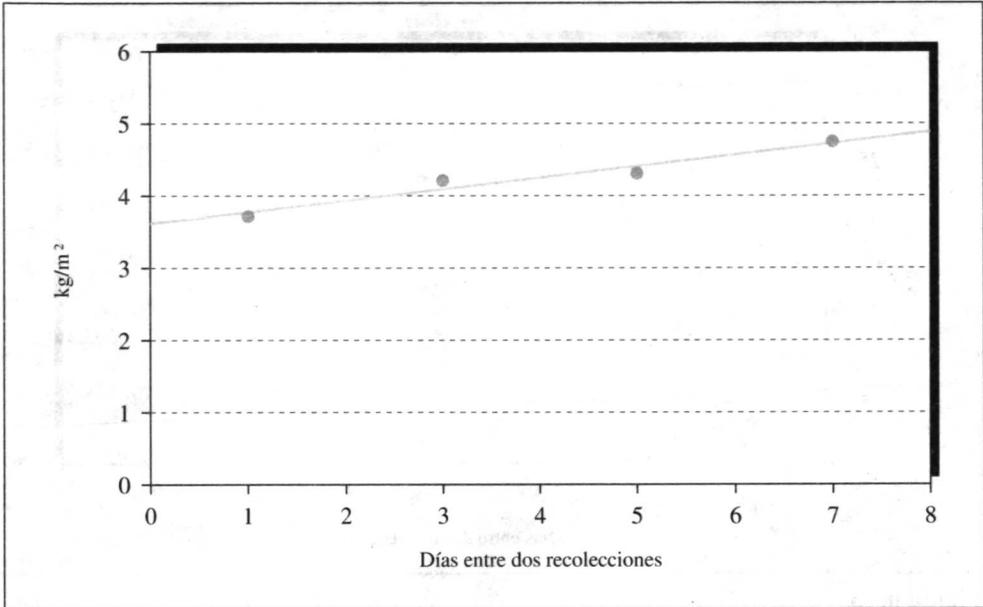


Figura n.º 1

RENDIMIENTO SEGÚN LA CADENCIA DE RECOLECCIÓN

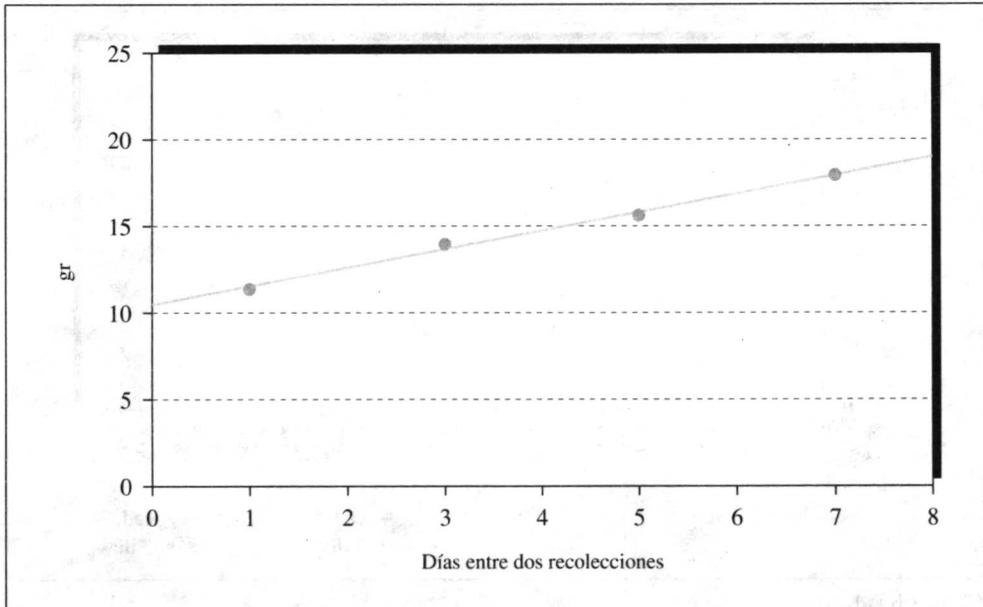


Figura n.º 2

PESO MEDIO SEGÚN LA CADENCIA DE RECOLECCIÓN

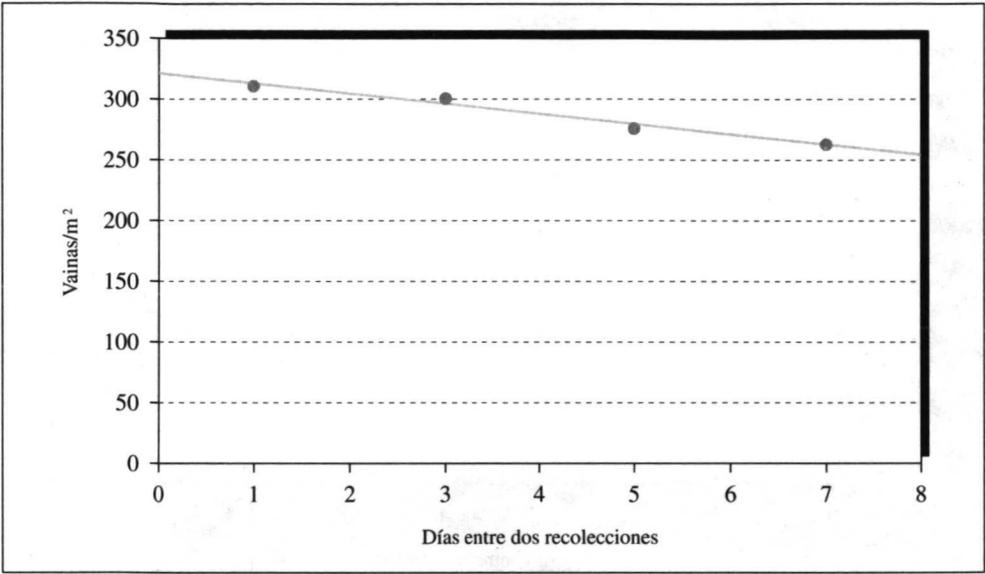


Figura n.º 3

VAINAS POR UNIDAD DE SUPERFICIE SEGÚN LA CADENCIA DE RECOLECCIÓN

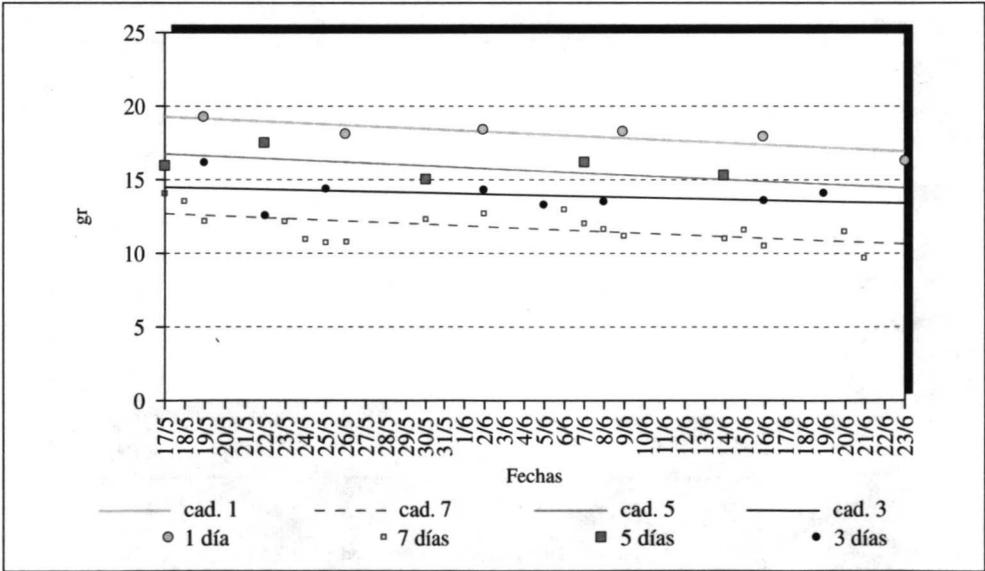


Figura n.º 4

VARIACIÓN DEL PESO MEDIO DE VAINA EN CADA CADENCIA DE RECOLECCIÓN EN LAS DISTINTAS FECHAS

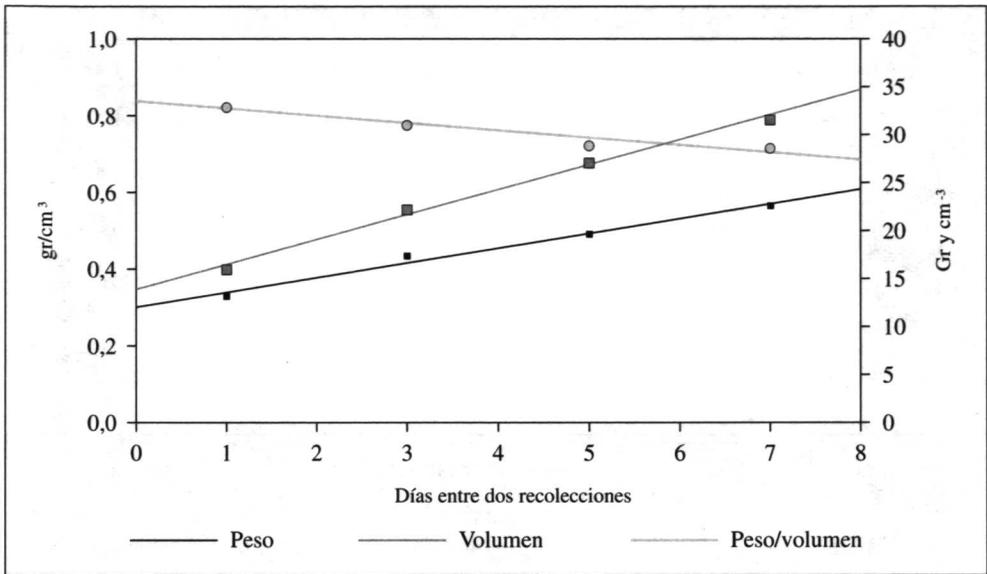


Figura n.º 5

RELACIÓN ENTRE CADENCIA DE RECOLECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA VAINA EN LOS MUESTREOS

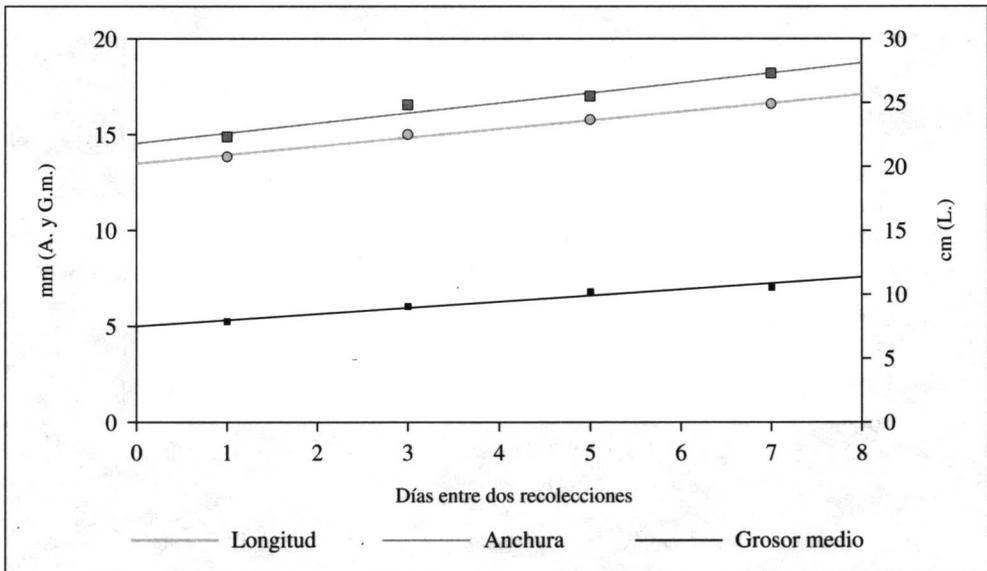


Figura n.º 6

RELACIÓN ENTRE CADENCIA DE RECOLECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA VAINA EN LOS MUESTREOS

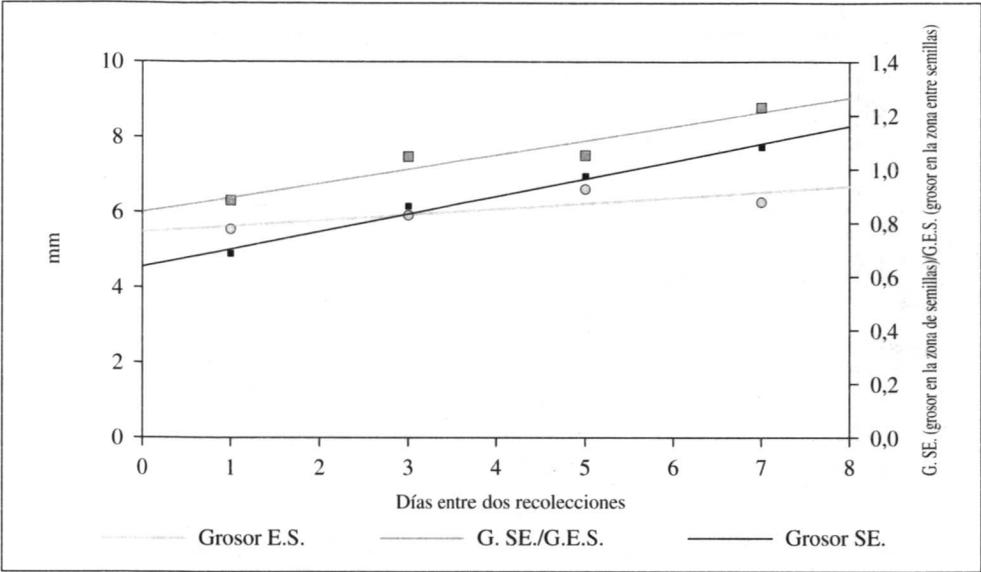


Figura n.º 7

RELACIÓN ENTRE CADENCIA DE RECOLECCIÓN Y GRODORES DE LA VAINA EN LOS MUESTREOS

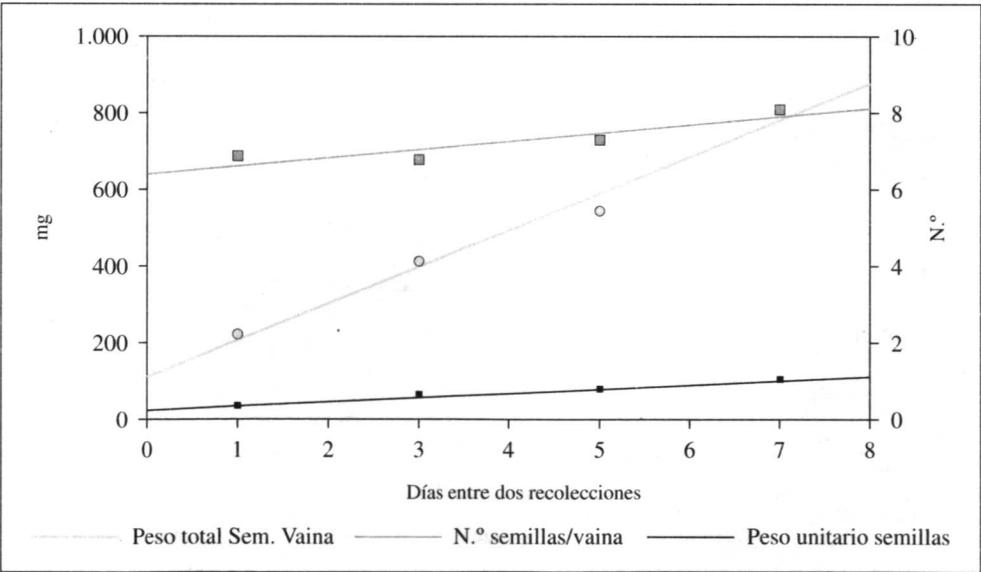


Figura n.º 8

RELACIÓN ENTRE CADENCIA DE RECOLECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA VAINA EN LOS MUESTREOS

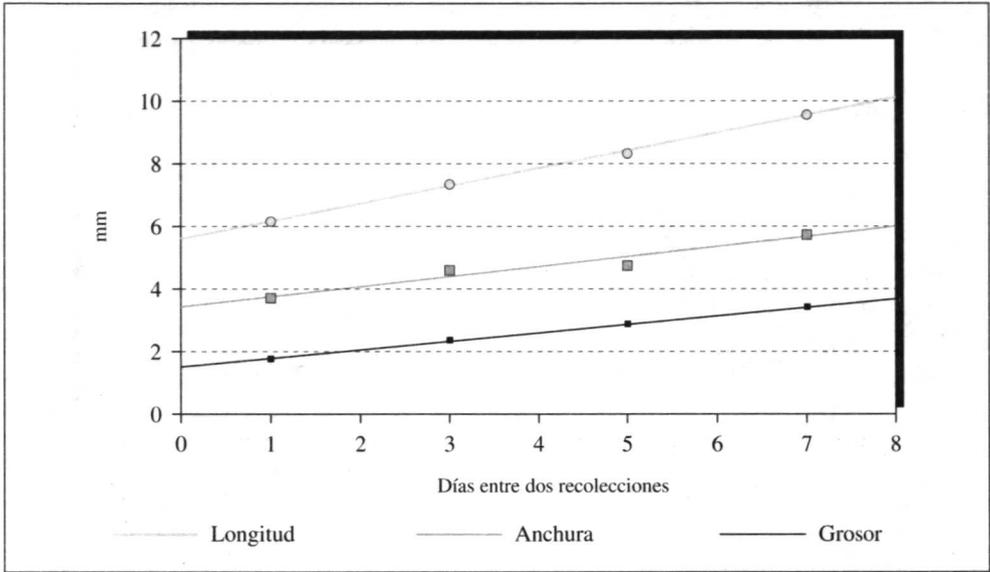


Figura n.º 9

RELACIÓN ENTRE CADENCIA DE RECOLECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA EN LOS MUESTREOS

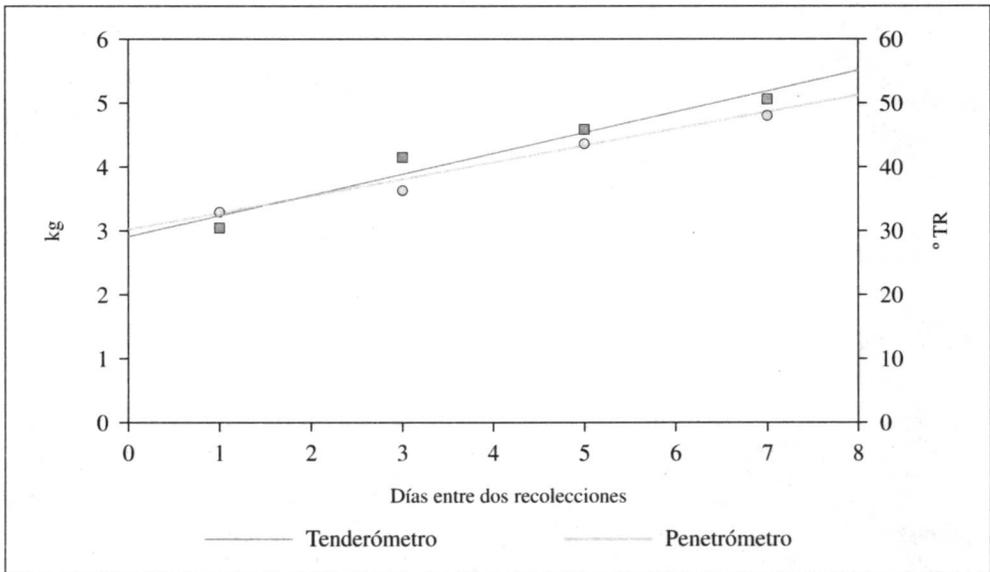


Figura n.º 10

RELACIÓN ENTRE CADENCIA DE RECOLECCIÓN Y DUREZA DE LA JUDÍA VERDE

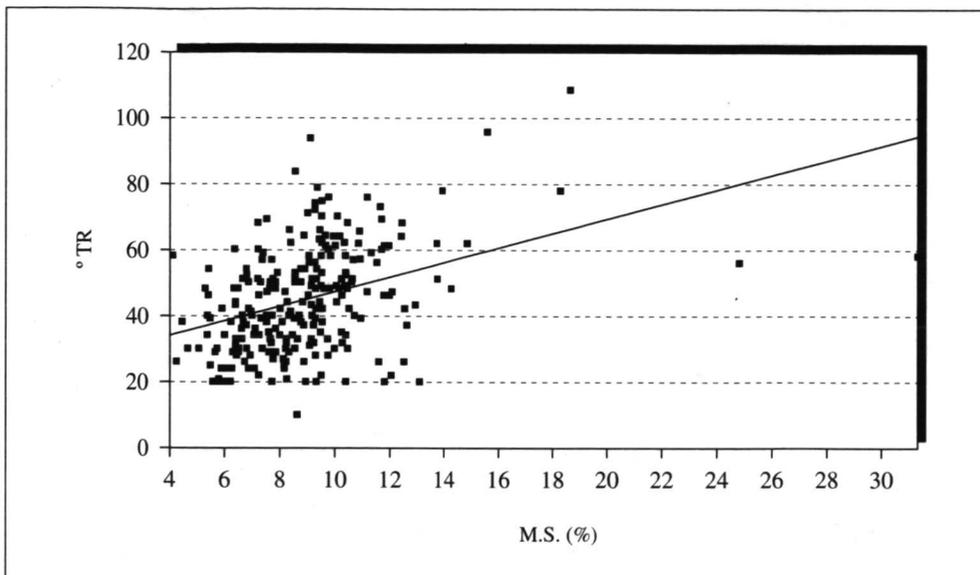


Figura n.º 11

RELACIÓN ENTRE M.S. Y DUREZA (°T.R.), EN JUDÍA VERDE