



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE LA INCISIÓN DE CORTEZA, APLICACIÓN DE NAA
O DE KELPAK®, SOBRE LA MADURACIÓN Y TAMAÑO
DE FRUTOS EN NISPEROS (*Eriobotrya japonica* Lindl.)
VARIEDAD GOLDEN NUGGET**

RAÚL ENRIQUE MEDINA JIMÉNEZ

SANTIAGO – CHILE

2006

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE LA INCISIÓN DE CORTEZA, APLICACIÓN DE NAA
O DE KELPAK®, SOBRE LA MADURACIÓN Y TAMAÑO
DE FRUTOS EN NISPEROS (*Eriobotrya japonica* Lindl.)
VARIEDAD GOLDEN NUGGET**

**Memoria para optar al Título
Profesión de Ingeniero Agrónomo
Mención: Fruticultura**

RAÚL ENRIQUE MEDINA JIMÉNEZ

PROFESORES GUÍAS	Calificación
Sr. Thomas Fichet L. Ingeniero Agrónomo, Dr. Sc. Agr.	6.2
Sra. Loreto Prat Ingeniera Agrónoma	5.5
PROFESORES CONSEJEROS	
Sr. Bruno Razeto M. Ingeniero Agrónomo M. S.	6.3
Sr. Julio Retamales A. Ingeniero Agrónomo, Dr. Sc. Agr.	6.0

SANTIAGO – CHILE
2006

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
Objetivos	4
MATERIALES Y METODOS	5
Materiales	5
Métodos	5
Diseño experimental y análisis estadístico	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
Curvas de crecimiento	9
Carga frutal y Productividad	11
Calibres	13
Distribución de frutos según cosecha	14
Distribución de frutos según orientación	14
Características de calidad de los frutos	15
CONCLUSIONES	20
LITERATURA CITADA	21

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente a todas las personas que confiaron en mí y que, directa o indirectamente, hicieron posible el desarrollo de esta memoria, especialmente a:

Mis profesores guías Sra. Loreto Prat y Sr. Tomas Fichet, por sus consejos oportunos, su ayuda y su confianza depositada.

A los señores Dn. Bruno Razeto y Dn. Julio Retamales, profesores consejeros, por su disposición y aportes a esta memoria.

Al Sr. José Ortega, por su aporte material, sin el cual esta memoria no hubiera sido posible.

A mis padres, Carlos y Cecilia, por su amor, entrega, apoyo y fe en mí.

A mis tíos Carlos Jorge y Rosa Virginia, por su apoyo y confianza.

A mis hermanas Urzula y Rosa, por todo su amor y confianza y a mi prima Karla, por su amistad y apoyo.

A todos mis amigos y amigas, por su apoyo, sabiduría, alegría y paciencia, especialmente a Pancho, Sole, Vero, Eliana, Joana, Fabiola, Lorena, Marcelo, Jorge.

A todos, gracias.

“EFECTO DE LA INCISION DE CORTEZA, APLICACIÓN DE NAA O DE KELPAK® SOBRE LA MADURACIÓN Y TAMAÑO DE FRUTOS EN NISPEROS (*Eriobotrya japonica* Lindl.) VARIEDAD GOLDEN NUGGET”

EFFECT OF GIRDLING, NAPHTALENE ACETIC ACID OR KELPAK® ON RIPENESS AND FRUIT SIZE IN LOQUAT (*Eriobotrya japonica* Lindl.) VAR. GOLDEN NUGGET

Raúl Enrique Medina Jiménez

RESUMEN

Se realizó un estudio en un huerto de nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, ubicado en la localidad de Peumo, Sexta Región, con el objetivo de determinar el efecto del rayado (incisión de corteza), aplicación de ácido naftalén acético o Kelpak® sobre la maduración y el tamaño de frutos. Los tratamientos se realizaron en el mes de septiembre del 2002, cuando los frutos presentaban un 7% de su tamaño final y las evaluaciones se realizaron en el mes de noviembre.

A cosecha se evaluó en la fruta: diámetro ecuatorial y polar, color, peso fresco, firmeza, sólidos solubles totales y acidez total, además del número y peso de semillas, así como el diámetro del pedúnculo.

Los diferentes tratamientos no tuvieron el efecto esperado en adelantar la madurez debido principalmente a una baja carga frutal al momento de ser realizados, esto favoreció la máxima expresión de desarrollo de los frutos, limitado sólo por la capacidad genética de estos para crecer, lo que no permitió la expresión de diferencias estadísticas significativas en el peso promedio de los frutos como en la distribución de calibres.

Se obtuvo una mejor correlación entre el peso de fruto y peso de semillas, que entre peso de fruto y número de semillas. El peso del fruto se correlacionó mejor con el diámetro ecuatorial que con el diámetro polar del fruto. El diámetro del pedúnculo mostró una baja correlación con el peso y el diámetro del fruto, como con el peso de semillas.

Palabras claves: Rayado, madurez, bioestimulante.

ABSTRACT

The investigation was realized in an orchard of loquat trees (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, located in the area of Peumo, Sixth region, in order to determine girdling, naphthalene acetic acid or Kelpak® effect on ripeness and fruit size. The treatments were performed in September 2002, when the fruits presented a 7% of their final size and the evaluation was carried out during December.

In harvest was evaluated on the fruits: equatorial and polar diameter, colour, weight, firmness, solubles solids content, organics acid level, number and weight of the seeds, and diameter peduncle.

The different treatments did not have the ability to advance the commercial ripeness mainly due to low fruit load at the moment of carrying them out, this favored the maximum expression of fruit development, limited only by genetic capacity of them to grow, not allowing expression of significant statistical differences in the average fruits weight as size distribution.

A better correlation between fruit and seed weight was observed than between fruit weight and number of seeds. The fruit weight correlated better with equatorial diameter than with polar diameter of the fruit. Peduncle diameter shows a weak correlation with weight and diameter of the fruit, as with seed weight.

Key words: Girdling, maturity, biostimulant.

INTRODUCCIÓN

En el mercado interno, los frutos de níspero (*Eriobotrya japonica* Lindl.) que obtienen el mejor precio, son los primeros en aparecer en el mercado en el mes de octubre (Fichet y Razeto, 2002). Posteriormente, el precio disminuye bruscamente debido a la competencia con otros frutos primores que llegan desde el norte del país. Otro inconveniente de este frutal y en particular de la variedad Golden Nugget, es la falta de calibre debido a que fructifica en gran cantidad, por lo tanto el poder adelantar la madurez y aumentar el tamaño de los frutos permitiría mayores ingresos para el productor (Razeto, 1988).

El factor más importante de calidad del fruto de níspero está dado por el tamaño del fruto, presentándose una relación inversa entre el tamaño de los frutos y la cantidad de frutos por árbol (Caballero y Fernández, 2002).

La incisión de corteza o rayado y la aplicación de auxinas serían prácticas que podrían influir positivamente sobre estos parámetros, como ha sido demostrado recientemente en España (Gariglio *et al.*, 2002). Los objetivos del rayado son variados, Muñoz y Valenzuela (1983) señalan que en vid se puede aumentar la cuaja, aumentar el tamaño de las bayas, adelantar la madurez, mejorar el color en variedades coloreadas y disminuir el desgrane en poscosecha, según el momento en que se haga. Para los frutales de carozo, en especial duraznos y nectarines, se logra un aumento del tamaño final de los frutos, adelanto en la madurez y una disminución en el número de cosechas necesarias para recolectar el total de la fruta (Quezada, 1993).

El mecanismo fisiológico de acción del rayado se debe a la acumulación de carbohidratos y, por ende, una mayor disponibilidad de fotoasimilados para los órganos en desarrollo ubicados sobre el rayado. Asimismo existe una alteración de la distribución de metabolitos y un desbalance fitohormonal endógeno, debido a la interrupción del flujo floemático, efectos que persisten mientras no se reestablezcan los tejidos dañados del floema (Goren *et al.*, 2004).

El efecto de esta técnica depende de la especie, la variedad y el estado fisiológico en que se encuentre el árbol al momento de efectuarse (Quezada, 1993). En cítricos, Agustí y Almela (1991) han determinado que el rayado aumenta la cuaja, acelera el desarrollo del fruto y aumenta su tamaño. Así por ejemplo, en naranjos variedad Navel, la incisión de corteza en floración aumenta la cuaja, mientras que al realizarlo en verano aumenta el tamaño final de la fruta. Para vides se ha observado que la interrupción momentánea del flujo floemático una o dos semanas antes de floración, provoca un aumento de la cuaja, mientras que si se realiza en plena floración adelanta la época de maduración (Gil *et al.*, 1982). En nísperos, un rayado anticipado aumenta el cuajado de frutos, repercutiendo negativamente sobre el tamaño de estos y aumentando las necesidades de raleo, mientras que si se retrasa, pierde progresivamente eficacia sobre el aumento del tamaño del fruto (Agustí *et al.*, 1999).

Las auxinas regulan la elongación, pero sobre todo la división celular, cuyo primer paso es la extensibilidad de la pared celular, seguido de una absorción de agua para mantener la turgencia (Gil, 2000). El efecto en la elongación celular es consecuencia de un efecto rápido sobre el mecanismo de la bomba de protones ATPasa en la membrana plasmática y un efecto secundario mediado por la síntesis de enzimas (Woodward y Bartel, 2005).

Estos flujos de auxinas estimularían la circulación de productos asimilados y minerales hacia los frutos, aumentando la fuerza del fruto como sumidero, posiblemente al fomentar el desarrollo de las conexiones vasculares con el mismo (Fichet, 2001), por otro lado, el flujo de auxinas controla el tamaño y densidad del sistema vascular (Aloni, 1995), desarrollando en los frutos de mayor tamaño un sistema vascular más grande. En cítricos, El-Otmani *et al.* (1993), señalan que la aplicación de 2,4-DP inmediatamente después de la caída de frutos de diciembre aumenta el tamaño del fruto y el grosor del pedúnculo debido a un mejoramiento del transporte de carbohidratos a través del sistema vascular. Sin embargo, García-Luis *et al.* (2002), señalan que la aplicación de 2,4-D al final de la floración en clementinas var. Marisol, provoca un aumento del tamaño del fruto, afectando el diámetro del pedúnculo, por un aumento de tejido xilemático, no limitando la capacidad de transporte de metabolitos al fruto a través del floema en el pedicelo.

La aplicación exógena de auxinas incrementa el tamaño del fruto del níspero japonés (Amorós *et al.*, 2004), de durazno, ciruela, cereza y damasco (Agustí *et al.*, 1997), como de mandarinas (Mesejo *et al.*, 2003). En ensayos realizados en España, la época de aplicación se presenta crítica en la determinación de la respuesta. Los tratamientos que se realizan cuando el fruto presenta un 50% de su crecimiento total provocan un incremento en el diámetro de fruto de 1,5 mm en promedio, mientras que tratamientos efectuados 15 días más tarde redujeron la respuesta, con un aumento del diámetro de tan solo 0,5 mm (Gariglio *et al.*, 2002).

Más importante que el incremento sobre el diámetro medio de los frutos maduros, que se logra con la aplicación exógena de auxinas, es el efecto sobre la distribución comercial de los calibres, al aumentar el porcentaje de los frutos de mayor tamaño (Gariglio *et al.*, 2002)

En base a estos antecedentes el objetivo de este ensayo fue:

-Determinar el efecto de la incisión de corteza, aplicación de NAA-800 o KELPAK® sobre la maduración y el tamaño de frutos en nísperos variedad Golden Nugget.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

El estudio se realizó en un huerto de nísperos, ubicado en la localidad de Peumo, provincia de Cachapoal, Sexta Región (Lat. 34° 24' S, Long. 71° 10' O). Las plantas de nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, estaban injertadas sobre patrón franco, plantadas en un marco de 7x7m y regados por goteo. Los árboles tenían 16 años de edad.

Los análisis de laboratorio se realizaron en los laboratorios de poscosecha (CEPOC) de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de Chile.

El ensayo se realizó desde septiembre del 2002 hasta noviembre del mismo año.

Como fuente de auxinas se utilizó ácido naftalén acético (NAA 800; 20,1% i.a.) y Kelpak® (Bioestimulante de origen orgánico, proveniente de algas marinas), ambas aplicaciones se realizaron con motobomba de pitón, marca Parada con una capacidad de 2000 L. La incisión de corteza se realizó en las ramas madres de los árboles, con una tijera de filo curvo, especiales para esta labor, teniendo cuidado de no dañar la madera. Todos los tratamientos se realizaron cuando los frutos presentaban un peso promedio de 3,25 gramos, correspondiente a un 7% de su peso final.

Métodos

Se realizaron 4 tratamientos, representados por 4 árboles cada uno (Cuadro 1). Los árboles seleccionados presentaban un tamaño homogéneo y crecimiento uniforme. En los tratamientos de NAA-800 y Kelpak® se asperjó hasta punto de goteo, en ambos tratamientos se agregó humectante Break a la solución en concentración de 40cc·hl⁻¹, los tratamientos se realizaron el 12 de septiembre de 2002.

Cuadro 1. Tratamientos realizados en nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget. Peumo, VI Región.

Tratamientos	Producto	Descripción del tratamiento
T1	Testigo	Sin aplicaciones
T2	Rayado	Incisión de corteza en cada rama madre
T3	NAA-800	Aplicación de 20 mg·L ⁻¹ de ácido naftalén acético
T4	Kelpak®	Aplicación al 4% del producto comercial Kelpak®

Se realizaron 3 cosechas, distanciadas una semana cada una, los días 8 de noviembre (I), 15 de noviembre (II) y 22 de noviembre (III) de 2002; en las cosecha I y II se recolectó el total de frutos con 100% de coloración, utilizando como índice de cosecha el color del fruto, y en la cosecha III se recolectó el total de frutos restantes en los árboles, agrupándolos en frutos con 100% coloración, pintones y verdes, según escala de color presentada en Figura 1.

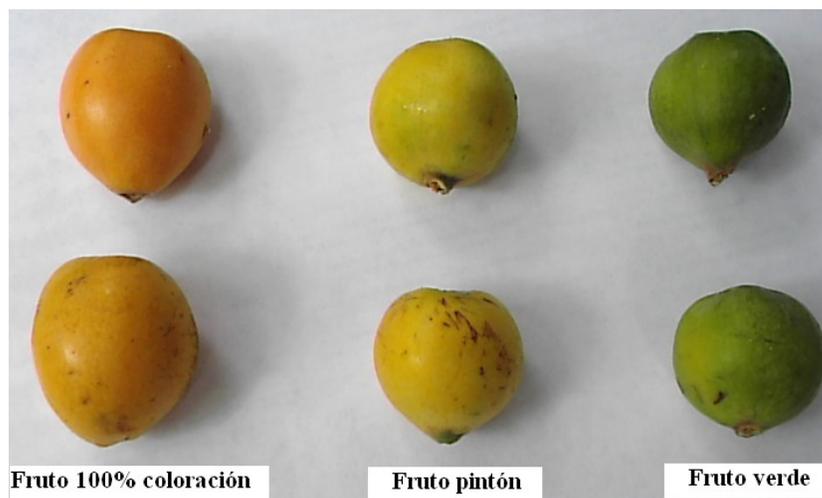


Figura 1: Escala de colores utilizada para las 3 cosechas realizadas en nísperos var. Golden Nugget: frutos con 100% de coloración, pintones (inicio de coloración) y verdes.

Se pesó y contó el número total de frutos por árbol con el fin de determinar la eficiencia productiva de los árboles, tanto en términos de kg de fruta·cm⁻² de ASTT (área de sección transversal de tronco) como en número de frutos·cm⁻² de ASTT. Para ello, a los árboles se les midió el perímetro (P) de tronco a 10 cm sobre la línea de injerto. El ASTT se obtuvo usando la siguiente fórmula:

$$\text{Área de Sección Transversal de Tronco (ASTT)} = P^2 \cdot 12,56^{-1}$$

En cada cosecha se colectaron al azar 16 frutos por árbol, 64 frutos por tratamiento, a los cuales se les evaluaron los siguientes parámetros:

-Diámetro ecuatorial y polar del fruto: Se utilizó un pie de metro y se evaluó en la zona ecuatorial y polar del fruto, el resultado se expresó en milímetros.

-Diámetro del pedúnculo: Se utilizó un pie de metro y se evaluó la zona media del pedúnculo del fruto, el resultado se expresó en milímetros.

-Color de frutos: Se midió con un equipo Minolta modelo CR-200b, las coordenadas fueron L, a y b.

-Peso fresco de cada fruto y peso de semillas: Se utilizó una balanza digital y los resultados se expresaron en gramos.

-Número de semillas: Para cada fruto se contó el número de semillas que poseía.

- Relación peso fresco de fruto/peso de semillas.

- Firmeza de la pulpa: Se midió en las dos caras opuestas a la zona ecuatorial del fruto previa remoción de la piel y se utilizó un presionómetro marca Effegi, con un embolo 5/16" (7.94 mm), los resultados se expresaron en $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$.

- Sólidos solubles totales: Se utilizó un refractómetro marca Reichter, termocompensado, el resultado se expresó en grados Brix y se midió en cada fruto individualmente.

- Porcentaje de acidez titulable: Se colocaron 10 mL del jugo total de los 16 frutos, en un vaso precipitado, y se procedió a su titulación con NaOH 0,1N. El porcentaje de acidez de la muestra se obtuvo con la siguiente fórmula, expresado en ácido málico por ser este el principal en nísperos:

$$\% \text{ ácido málico} = \text{NaOH (mL)} \cdot \text{normalidad} \cdot 1 \text{ meq de ácido (g)} \cdot 100 \cdot \text{cantidad de jugo (mL)}^{-1}$$

- Relación sólidos solubles totales/acidez total: Se obtuvo del cociente entre el porcentaje de sólidos solubles totales promedio de cada repetición y acidez total de la misma.

Para cada cosecha, los frutos recolectados, de acuerdo a su peso, se clasificaron en cinco categorías de calibres: doble especial (EE) más de 60 gramos, especial (E) entre 50 a 59 gramos, primera (1ª) entre 40 a 49 gramos, segunda (2ª) entre 30 a 39 gramos y tercera (3ª) menos de 30 gramos.

Adicionalmente, se realizaron cortes transversales a mano alzada de pedúnculos, con objeto de describir anatómicamente los mismos. Los pedúnculos fueron colectados en cada fecha de cosecha y los cortes de la zona media del largo total del pedúnculo, se montaron sobre un portaobjeto, se tiñeron con rojo neutro para ser observados en el microscopio.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento. La unidad experimental fue el árbol.

En los análisis de la fruta cosechada, la unidad experimental fue el fruto y se utilizaron 64 frutos por tratamiento.

Se efectuó un análisis de varianza para determinar si existieron diferencias significativas dentro de los tratamientos, en cuyo caso se aplicó la prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha \leq 0.05$).

Se realizaron correlaciones entre peso de fruto y las siguientes variables: diámetro ecuatorial de fruto, peso de semilla y número de semilla y, correlaciones para diámetro de pedúnculo y las variables: peso de fruto, diámetro ecuatorial de frutos y peso de semillas.

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Curvas de crecimiento

En la Figura 2 se observa el crecimiento del fruto de níspero variedad Golden Nugget desde el tercer mes post-cuaja hasta cosecha, este crecimiento muestra aparentemente una tendencia sigmoidea simple, similar a lo que ocurre con otras especies de pomáceas, como el manzano (Westwood, 1982). Cuevas *et al.* (2003), menciona que la curva de crecimiento del níspero, al igual que en este estudio, se ajusta a una curva sigmoidea en la var. Algerie, al realizar mediciones hasta sobremadurez de los frutos. Sin embargo, Blumenfeld (1980), señala un crecimiento exponencial de los frutos de nísperos para las var. Tanaka y Akko 1.

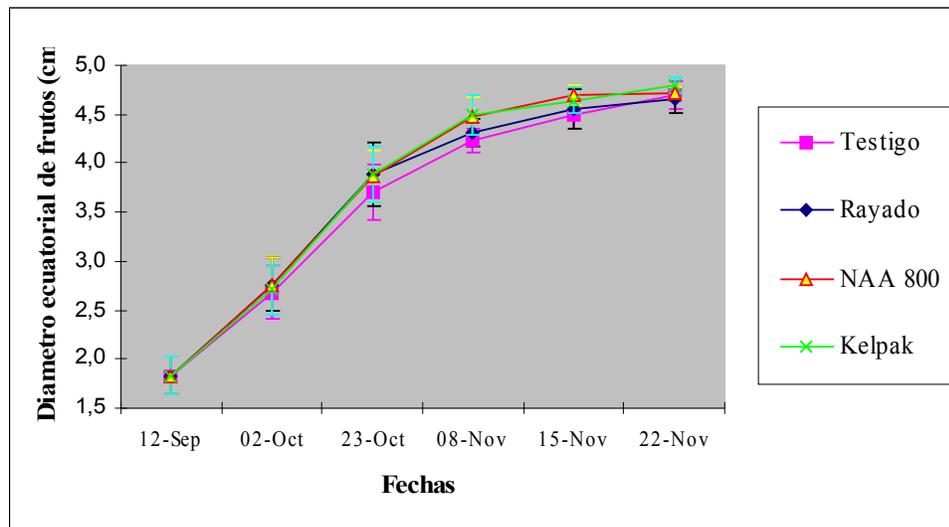


Figura 2. Evolución del diámetro ecuatorial de fruto de nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, en diferentes tratamientos. Peumo, VI Región.

El crecimiento del fruto es función de la división y elongación celular, y formación de los espacios intercelulares (Faust, 1989). En níspero, Gariglio *et al.* (2002) determinaron 3 estados de crecimiento, con una baja tasa de crecimiento en el estado I, intensa división celular en el estado II y en el estado III se produce un rápido alargamiento celular, todos dependientes de las condiciones climáticas y de la variedad. Para el presente ensayo, los tratamientos se habrían realizado en la etapa II (12 de septiembre, 2002) y las mediciones de fruta en la etapa III (noviembre, 2002).

El crecimiento del pedúnculo del níspero variedad Golden Nugget, desde el tercer mes post-cuaja hasta cosecha, presentó primero una curva de rápido crecimiento hasta el 2 de octubre y posteriormente tendió a permanecer estable en el tiempo y terminar con valores promedio de 0,6 cm de diámetro (Figura 3). Al mismo tiempo, se observa que los diferentes tratamientos, no indujeron diferencias en los diámetros de los pedúnculos.

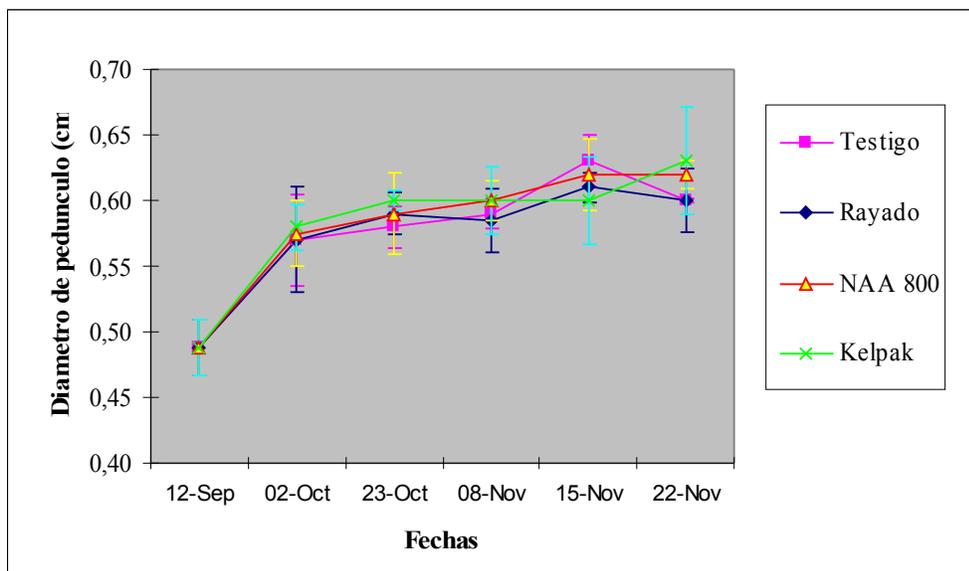


Figura 3. Evolución del diámetro de pedúnculo de frutos de nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, en los diferentes tratamientos. Peumo, VI Región

Al momento de inicio de los ensayos, el crecimiento del pedúnculo estaba en las etapas finales de su crecimiento y tanto el número como el tamaño de las células de su sistema vascular estarían determinados. Este crecimiento sería muy rápido en las etapas iniciales, como ocurre en cítricos (García-Luis *et al.*, 2002), en carozos (Else *et al.*, 2004) y en manzanos (Lang y Ryan, 1994).

En los cortes realizados a los pedúnculos se observa crecimiento secundario, mostrando gran intensidad de la actividad del cambium vascular fascicular, destacándose una zona donde no hay desarrollo de cambium vascular pero sí el desarrollo marcado de fibras. En la Figura 4, se puede observar, desde el exterior al interior: peridermis desprendida, parénquima cortical, seguido de un floema primario y secundario, posteriormente se ubica el cambium vascular, el xilema secundario y primario, y en la parte central, se observa el parénquima medular.

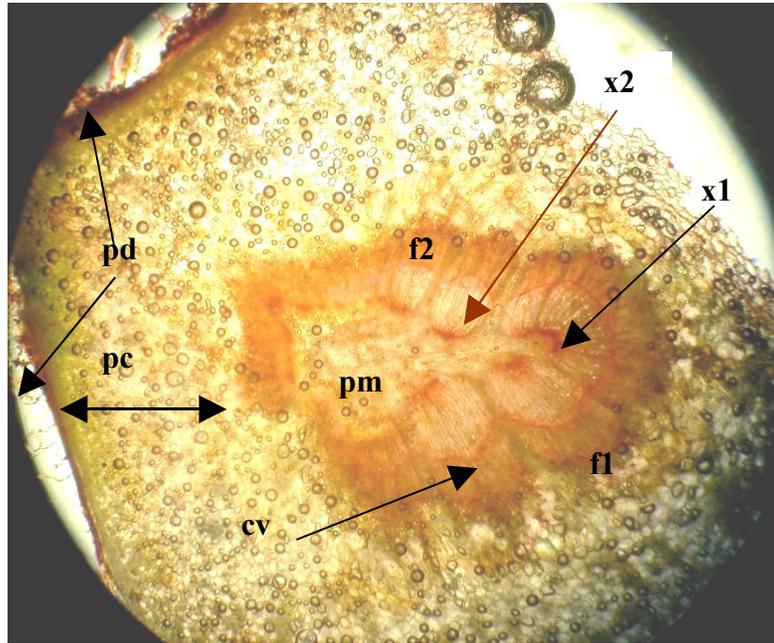


Figura 4. Corte transversal de pedúnculo de frutos de nísperos (*Eriobotrya japonica* Li var. Golden Nugget; se observan desde el exterior al interior: peridermis (pd), parénquima cortical (pc), floema primario (f1), floema secundario (f2), cambium vascular (cv), xilema secundario (x2), xilema primario (x1) y parénquima mecánica (pm).

Carga frutal y productividad

La carga frutal varió en un rango de 1,81 a 4,94 frutos·cm⁻² de ASTT para la aplicación de Kelpak y Rayado, siendo estos dos tratamientos diferentes estadísticamente entre sí y sin diferencias respecto del testigo y la aplicación de NAA-800 (Cuadro 2). Esta diferencia se debería más bien a la intensidad de raleo químico realizado antes de iniciar el ensayo.

Cuadro 2. Carga frutal, eficiencia productiva, producción por planta y peso promedio de frutos en nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, según diferentes tratamientos. Peumo, VI Región.

Tratamientos	Carga frutal N° frutos·cm ⁻² ASTT	Eficiencia productiva kg·cm ⁻² ASTT	Producción kg·planta ⁻¹	Peso promedio frutos g
Testigo	3,15 ab	0,16 ab	67,08 a	48,51a
Rayado	4,94 a	0,25 a	76,02 a	52,52a
NAA-800	2,76 ab	0,14 ab	66,60 a	52,87a
Kelpak®	1,81 b	0,10 b	69,17 a	49,68a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre los tratamientos para $\alpha \leq 0.05$

La eficiencia productiva varió entre 0,10 y 0,25 kilogramos de fruta·cm⁻² de ASTT, observándose sólo diferencias entre los tratamientos de Kelpak® y Rayado, este parámetro presentó igual comportamiento que la carga frutal.

Rojas (2000), al trabajar en el mismo huerto de nísperos, determinó que la carga frutal varió en un rango de 1,8 a 20 frutos·cm⁻² de ASTT y la eficiencia productiva entre 0,12 a 0,64 kilogramos de fruta·cm⁻² de ASTT para los tratamientos de raleo con 20 mg·L⁻¹ de NAA y sin raleo, respectivamente. En el presente ensayo, las bajas cargas frutales finales obtenidas (1,81 a 4,9 frutos·cm⁻² de ASTT) como también las bajas eficiencias productivas (0,10 a 0,25 kilogramos de fruta·cm⁻² de ASTT), habrían permitido la expresión máxima del tamaño de los frutos y habrían anulado los efectos de los distintos tratamientos sobre un posible aumento de calibre (Figura 6).

La producción por planta varió en un rango de 66 a 76 kg·planta⁻¹, no detectándose diferencias estadísticas significativas para los diferentes tratamientos realizados.

El peso de frutos no presentó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, observándose un rango entre 48 y 53 gramos por fruto para los diferentes tratamientos (Figura 5). La variedad Golden Nugget presenta un peso de frutos entre 40 a 50 gramos (Razeto, 1988), mientras Gariglio *et al.* (2002) indican un peso medio de 55 g para esta variedad; asimismo Rojas (2000) determinó un rango de peso de 32,2 g para árboles no raleados y 62,6 g para árboles con 2 aplicaciones de NAA de 20 g·L⁻¹ cada una. Esto indica que los calibres obtenidos en este ensayo se encontraron entre los de mayor rango que se pueden obtener con esta variedad.

Amorós *et al.* (2004), determinaron que aplicaciones de ácido naftalén acético, con frutos con un 30 y 50% de su peso final, incrementaban su tamaño significativamente en relación a árboles no tratados.

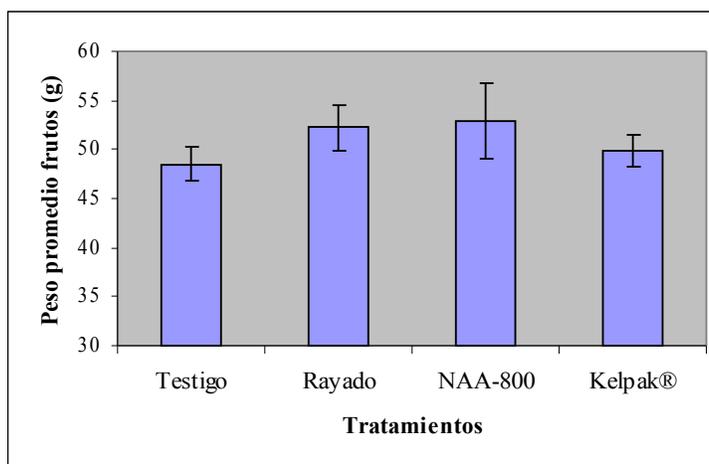


Figura 5. Peso promedio de frutos de nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, según diferentes tratamientos. Peumo, VI Región.

Calibres

La distribución de calibres, en los diferentes tratamientos, no presentó diferencias estadísticas significativas, debido principalmente a la baja carga frutal y un adelanto en la época en que se realizaron los tratamientos (Figura 6), contradiciendo lo dicho por Gariglio *et al.* (2002), quienes señalan que la distribución comercial de los frutos mejora como efecto del rayado y la aplicación de auxinas, aumentando y disminuyendo el porcentaje de frutos de mayor y menor tamaño, respectivamente.

En base a lo anterior, se sabe que la distribución de calibres varía en función de la carga frutal del árbol, vale decir que a menor carga frutal, el tamaño de los frutos aumenta (Westwood, 1982).

En el presente ensayo los tratamientos se realizaron con frutos de 3,25 gramos en promedio, que corresponde a un 7% de su tamaño final, ello podría haber influido también sobre el efecto de los tratamientos realizados, ya que según Gariglio *et al.* (2002), los mejores resultados se obtendrían cuando los tratamientos de rayado y aplicación de auxinas, se realizan con frutos que presentan un 50% de su tamaño final, donde un adelanto o retraso en la realización de estos tratamientos disminuye significativamente su efecto.

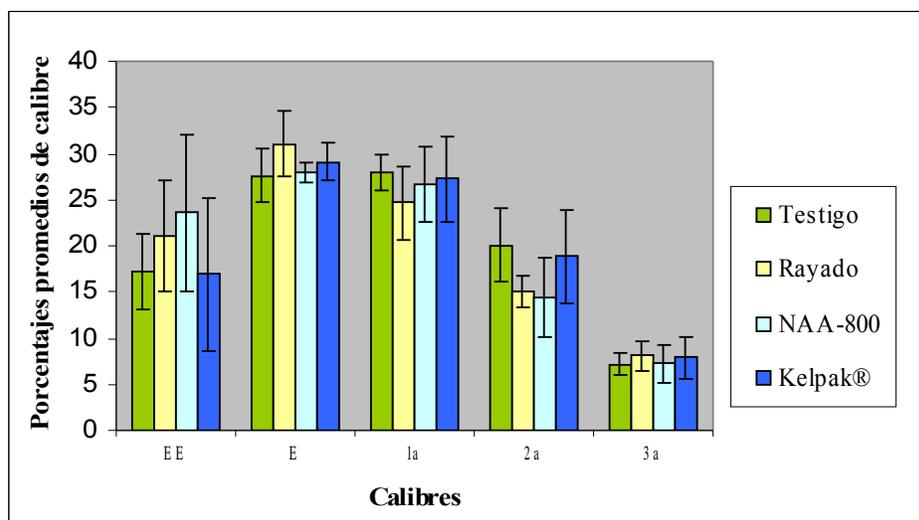


Figura 6. Distribución porcentual de calibres en nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, en diferentes tratamientos. Peumo, VI Región.

Distribución de frutos por cosecha

Se realizaron 3 cosechas, los días 8, 15 y 22 de noviembre del año 2002, cosechando aproximadamente 11, 37 y 53% de los frutos totales, respectivamente. En el Cuadro 3 se observa que los diferentes tratamientos realizados no producirían un efecto en el porcentaje de frutos recolectados en cada cosecha, lo que estaría indicando que los tratamientos no tuvieron efecto en la maduración de los frutos.

Cuadro 3. Distribución porcentual, según cosecha, de frutos de nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, por tratamiento. Peumo, VI Región.

Tratamientos	Cosecha I	Cosecha II	Cosecha III	Total
Testigo	10,30a	32,88a	56,49a	100%
Rayado	11,54a	37,32a	51,15a	100%
NAA-800	9,23a	34,28a	56,49a	100%
Kelpak®	13,54a	42,19a	44,26a	100%

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre los tratamientos para $\alpha \leq 0.05$.

Distribución de frutos según orientación

En la primera fecha de cosecha, el 100% de los frutos se obtuvieron del lado de exposición norte del árbol; luego, en la segunda cosecha, un 75% de los frutos cosechados correspondieron al lado norte y un 25%, aproximadamente, al lado sur. Sin embargo en la tercera y última cosecha, los porcentajes obtenidos, en las respectivas orientaciones de los árboles, fueron bastantes similares, alrededor de un 50% para cada orientación (Cuadro 4).

Finalmente, se observó que aproximadamente 2/3 del total de la fruta se encontraba en la cara norte del árbol y solo 1/3 en la cara sur. Esto se debería al efecto de la luz y de la temperatura en los procesos de floración y fructificación, debido a que una abundante intensidad lumínica favorece la inducción y formación de flores (Faust, 1989), lo que ocurre en la cara norte de los árboles.

Cuadro 4. Distribución porcentual de frutos de nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, según, cosecha, orientación en el árbol y tratamientos. Peumo, VI Región.

Tratamientos	Cosecha I		Cosecha II		Cosecha III		Total	
	Norte	Sur	Norte	Sur	Norte	Sur	Norte	Sur
Testigo	100a	0a	74,25a	25,75a	56,12a	43,88a	66,23a	33,77a
Rayado	100a	0a	73,48a	26,52a	53,21a	46,88a	64,95a	35,05a
NAA 800	100a	0a	79,58a	20,42a	51,46a	48,54a	63,68a	36,32a
Kelpak	100a	0a	69,72a	30,28a	49,43a	50,57a	63,62a	36,38a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre los tratamientos para $\alpha \leq 0.05$.

En la tercera fecha de cosecha (22 de noviembre), se cosechó el total de frutos presentes en los árboles. En el Cuadro 5 se observa que para los distintos tratamientos entre un 79,1 y 84,3% de los frutos, que faltaban por cosechar, estaban con 100% de coloración, no existiendo diferencias entre los tratamientos para la distribución porcentual de frutos con 100% de coloración, pintones y verdes.

Cuadro 5. Distribución porcentual de frutos de nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, según color en tercera fecha de cosecha y tratamientos. Peumo, VI Región.

Tratamientos	100% Coloración	Pintón	Verde	Total
Testigo	79,81a	14,44a	5,76a	100%
Rayado	84,29a	10,74a	4,98a	100%
NAA 800	79,12a	11,30a	9,59a	100%
Kelpak	80,73a	13,11a	6,16a	100%

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre los tratamientos para $\alpha \leq 0.05$.

Características de los frutos

El diámetro ecuatorial de los frutos fue mayor para la aplicación de Kelpak® y presentó diferencia estadística respecto al rayado y al testigo (Cuadro 6), esto podría deberse a que este bioestimulante podría haber provocado una forma diferente de los frutos, sin afectar la distribución de calibres. En ensayos realizados por Gariglio *et al* (2002), existiría la posibilidad que el rayado de ramas y la aplicación de auxinas, antes que el fruto inicie su fase final de crecimiento lineal, permitiría aumentar el diámetro ecuatorial entre 1,5 y 3,5 mm.

El diámetro polar de los frutos no presentó diferencias entre los tratamientos (Cuadro 6), presentando valores de 47 mm, con una alta desviación estándar entre los valores determinados, lo que evidencia una forma que varía de redonda a oblongo-ovalada, como lo señalan algunos autores (Razeto, 1988).

La flor del níspero presenta 5 carpelos con 2 óvulos cada uno, lo que permitiría obtener 10 semillas por fruto (Razeto, 1988). Para el presente ensayo, el número de semillas fue menor para rayado, presentando 3,23 semillas por fruto, siendo este tratamiento diferente a los demás y estos iguales estadísticamente entre si (Cuadro 6). Martínez-Calvo *et al*. (2000), para la variedad Golden Nugget, señalan un valor promedio de 3,21 semillas por fruto, valor similar a los determinados en este ensayo.

Para el peso de semillas se observó que el rayado y la aplicación de Kelpak® presentaron valores diferentes estadísticamente, con un rango entre 9,9 a 10,6 gramos por semilla (Cuadro 6). Estos pesos concuerdan con los descritos por Martínez-Calvo *et al.* (2000), para la variedad Golden Nugget, quienes señalan un valor promedio de 8,1 gramos por semilla.

Los diferentes tratamientos presentaron un rango de peso de semilla de 17,42 a 17,91% del peso del fruto, igual al señalado por Razeto (1988), quien indica que las semillas representan entre un 15 a 18% del peso del fruto (Cuadro 6); estos valores fueron levemente menores a los señalados por Gariglio *et al.* (2002) para la var. Golden Nugget, quienes señalan que el peso de las semillas representa un 20 a 30% del peso final del fruto.

El diámetro del pedúnculo presentó valores iguales estadísticamente para los diferentes tratamientos realizados (Cuadro 6).

Cuadro 6. Diámetro ecuatorial y polar de frutos, número y peso de semillas, diámetro de pedúnculo en nísperos (*Eriobotrya japonica* L.) var. Golden Nugget, según diferentes tratamientos. Peumo, VI Región.

Tratamientos	Diámetro ecuatorial (mm)	Diámetro polar (mm)	Número semillas (unidad)	Peso total de semillas (g)	Diámetro de pedúnculo (mm)
Testigo	44,16 bc	47,08 a	3,64 a	9,96 ab	5,77 a
Rayado	43,31 c	47,19 a	3,23 b	9,89 b	5,78 a
NAA 800	44,74 ab	47,71 a	3,83 a	10,41 ab	5,95 a
Kelpak®	45,28 a	47,40 a	3,77 a	10,62 a	5,90 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre los tratamientos para $\alpha \leq 0.05$.

A mayor peso de fruto existió un mayor diámetro ecuatorial, presentado el testigo y la aplicación de Kelpak® el mayor coeficiente de determinación (R^2), con valores de 0,96 y 0,94, respectivamente (Cuadro 7). En la variedad Algeria, Cuevas *et al.* (2003), determinaron un coeficiente de correlación (r) de 0,97 entre el diámetro ecuatorial y el peso del fruto.

Cuadro 7. Ecuación y coeficiente de determinación (R^2) de peso de fruto *versus* diámetro ecuatorial en frutos de nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, según diferentes tratamientos. Peumo, VI Región.

Tratamientos	Ecuación	R^2
Testigo	$y = 0,33x + 26,5$	0,96
Rayado	$y = 1,90x - 29,5$	0,71
NAA 800	$y = 2,74x - 67,1$	0,72
Kelpak®	$y = 3,99x - 126,5$	0,94

No existe, estadísticamente, diferencias significativas entre los distintos tratamientos en cuanto a: sólidos solubles, acidez y relación sólidos solubles/acidez (Cuadro 8).

Cuadro 8. Sólidos solubles, acidez, relación sólidos solubles/acidez total y firmeza en frutos de nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, según diferentes tratamientos. Peumo, VI Región.

Tratamientos	Sólidos solubles (° Brix)	Acidez (% ácido málico)	Relación SS/acidez	Firmeza (kg·cm ⁻²)
Testigo	11,16 a	1,29 a	8,61 a	2,30 ab
Rayado	11,19 a	1,21 a	9,28 a	2,20 b
NAA 800	10,78 a	1,31 a	8,30 a	2,26 ab
Kelpak	10,75 a	1,29 a	8,32 a	2,32 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre los tratamientos para $\alpha \leq 0.05$.

Los sólidos solubles presentaron un rango de 10,75 a 11,96 °Brix para los diferentes tratamientos realizados y no se detectaron diferencias estadísticas, resultados que concuerdan con los señalados por Amorós *et al.* (2004), quienes no observaron diferencias en el contenido de sólidos solubles entre árboles de níspero var. Algerie tratados y no tratados con diferentes dosis de NAA y Fenotiol. El rango de sólidos solubles, determinado en este ensayo, es mayor al señalado por Berger (1988), quien sostiene que los frutos de níspero presentan un rango de 5,5 a 7 °Brix, mientras Martínez-Calvo *et al.* (2000), para la variedad Golden Nugget, indican un contenido de 10,96 °Brix.

La acidez presentó un rango entre 1,21 a 1,31% de ácido málico, valores mayores a los determinados por Martínez-Calvo (2000) y Amorós *et al.* (2004), quienes señalaron un valor promedio de 3,95 g·L⁻¹ (0,4 %) y 1,3 g·L⁻¹ (0,13%) de ácido málico, respectivamente. Quizás esta diferencia podría deberse a factores climáticos, tal como ocurre en cítricos, en los cuales, bajo las condiciones de la zona central de Chile, inducen una mayor acumulación de ácido cítrico, con respecto a las mismas variedades cultivadas en España¹.

El rayado de ramas de nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Algerie, antes de que el fruto inicie la fase final de crecimiento lineal, no afectaría el contenido de sólidos solubles ni la acidez, respecto de árboles no rayados; mientras que la aplicación de la auxina 2,4- DP aumentaría un 5% el contenido de sólidos solubles respecto a árboles no tratados (Gariglio *et al.*, 2002). Para el presente ensayo, las diferencias de los distintos tratamientos, no fueron significativas ni para sólidos solubles, ni para acidez, lo que estaría definiendo que no existieron efectos de los tratamientos sobre la maduración de los frutos.

¹ Fichet, T. (Comunicación personal)
Dr. Ing. Agr. Profesor Universidad de Chile
e-mail: tfichet@uchile.cl

Se observa que la firmeza es menor y presentó diferencia significativa para rayado (2,20 kg·cm⁻²), al compararla con el tratamiento de aplicación de Kelpak® (2,32 kg·cm⁻²), no existiendo diferencias entre los otros tratamientos. Estas cifras son mayores a las indicadas por Martínez-Calvo *et al.* (2002), quienes señalan valores de 0,91 kg·cm⁻² para la variedad Golden Nugget.

No existieron diferencias, estadísticamente significativas, en el color de los frutos para los diferentes tratamientos realizados (Cuadro 9), como tampoco se encontró relación entre este parámetro y factores de calidad interna del fruto (sólidos solubles, acidez y relación sólidos solubles/acidez).

Los resultados concuerdan con los obtenidos por Amorós *et al.* (2004), quienes obtuvieron rangos de L+ entre 61,56 a 63,11; a+ entre 8,82 a 10,57; b+ entre 49,64 a 52,05; valores que no presentaron diferencias significativas para los diferentes tratamientos y que son menores a los determinados en este ensayo, excepto para b+, que es igual.

Cuadro 9. Parámetros de color de fruto de nísperos (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, según diferentes tratamientos. Peumo, VI Región.

Tratamientos	L+	a+	b+	a/b	Croma	Color
Testigo	64,64a	16,98a	48,81a	0,35a	51,70a	1,23a
Rayado	64,23a	17,33a	50,23a	0,34a	53,16a	1,24a
NAA 800	64,45a	17,13a	49,15a	0,35a	52,08a	1,24a
Kelpak	64,92a	16,80a	48,47a	0,35a	51,32a	1,25a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre los tratamientos para $\alpha \leq 0.05$

Existió un mayor coeficiente de determinación entre el peso del fruto *versus* peso de semilla que entre el peso del fruto *versus* número de semillas, para los diferentes tratamientos realizados (Cuadro 10), esto concuerda con lo expresado por Cuevas *et al.* (2003), quienes señalan que el peso de las semillas es más determinante que el número de estas en el peso final del fruto. Esto se debería fundamentalmente al control endógeno que presentan las semillas en el desarrollo del fruto (Gil, 2000).

Cuadro 10. Coeficientes de determinación (R^2) para peso de fruto *versus* peso de semillas y peso de frutos *versus* número de semillas de nísperos var. Golden Nugget, según diferentes tratamientos. Peumo, VI Región.

Tratamientos	Peso fruto <i>versus</i> peso semillas	Peso fruto <i>versus</i> número semillas
Testigo	0,67	0,41
Rayado	0,66	0,45
NAA 800	0,62	0,29
Kelpak	0,84	0,61

El diámetro del pedúnculo presentó un bajo coeficiente de determinación (R^2) con el peso y el diámetro ecuatorial del fruto, como con el peso de las semillas (Cuadro 11). El amplio rango de R^2 que muestra el diámetro de pedúnculo y el peso del fruto, avalaría lo señalado por Guardiola *et al.* (1993), quienes señalan que un aumento del tamaño del fruto no tiene relación con un mayor diámetro de pedúnculo. García-Luis *et al.* (2002), sostienen que el tamaño del fruto aumentaría con la aplicación de reguladores de crecimiento en clementina var. Marisol y que la capacidad de transporte del floema no sería limitante del crecimiento del fruto.

Cuadro 11. Coeficientes de determinación (R^2) para diámetro de pedúnculo *versus* peso de fruto, diámetro de pedúnculo *versus* diámetro ecuatorial de fruto y diámetro de pedúnculo *versus* peso de semillas de nísperos var. Golden Nugget, según diferentes tratamientos. Peumo, VI Región.

Tratamientos	Diámetro pedúnculo <i>versus</i> peso de fruto	Diámetro pedúnculo <i>versus</i> diámetro ecuatorial de fruto	Diámetro pedúnculo <i>versus</i> peso semillas
Testigo	0,40	0,37	0,60
Rayado	0,40	0,21	0,42
NAA 800	0,29	0,07	0,21
Kelpak®	0,53	0,59	0,54

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en que se realizó esta memoria y a los resultados obtenidos se puede concluir que:

- El crecimiento en diámetro del pedúnculo de fruto, terminaría a finales de Septiembre.
- El crecimiento de los frutos como su maduración no se vio afectada por los distintos tratamientos.
- Tanto el peso promedio de los frutos como la distribución de calibres tampoco se vio afectada por los tratamientos realizados.
- El peso del fruto se relacionó mejor con el peso de semilla que con el número de semilla.
- El peso del fruto se relacionó mejor con el diámetro ecuatorial que con el diámetro polar del fruto.
- Hileras plantadas en orientación este-oeste provocan que 2/3 de la producción de fruta este localizada en la cara de exposición norte de los árboles.
- Un mayor peso o diámetro de fruto no esta relacionado con un pedúnculo de mayor grosor.
- El peso de las semillas del fruto tampoco se relaciona con el diámetro del pedúnculo.

LITERATURA CITADA

- AGUSTÍ, M. y ALMELA, V. 1991. Aplicación de fitorreguladores en citricultura. AEDOS Editorial S.A. España. 216 p.
- AGUSTÍ, M., JUAN, M., ALMELA, V., ANDREAU, I. y SPERONI, C. 1997. Estímulo del desarrollo de los frutos de hueso. Generalitat Valenciana, Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación. N° 38. 78 p.
- AGUSTÍ, M., ALMELA, V., y JUAN, M. 1999. Aclareo químico y estímulo del desarrollo del fruto de níspero japonés. pp 229-235. *In*: VIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Murcia, España. 270 p.
- ALONI, R. 1995. The induction of vascular tissues by auxin and cytokinin. pp: 531-546. *In*: Plant Hormones: Physiology, Biochemistry, and Molecular Biology. P. J. Davies, ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 833 p.
- AMORÓS, A., ZAPATA, P., PRETEL, M., BOTELLA, M., ALMANSA, M. and SERRANO, M. 2004. Role of naphthalene acetic acid and phenothiol treatments on increasing fruit size and advancing maturity in loquat. *Scientia Horticulturae* 101: 387-398.
- BLUMENFELD, A. 1980. Fruit growth of loquat. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105(5): 747-750.
- BERGER, H. 1988. El níspero. pp. 79-80. *In*: Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 20. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 154 p.
- CABALLERO, P. and FERNANDEZ, M. 2002. Loquat, production and market. pp:11-20. *In*: First International Symposium on Loquat. Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranées, N°58. Zaragoza, España. 198p.
- CUEVAS, J., SALVADOR-SOLA, F., GAVILAN, J., LORENTE, N., HUESO, J., and GONZALES-PADIERMA, C. 2003. Loquat fruit sink strength and growth pattern. *Scientia Horticulturae* 98: 131-137.
- EL-OTMANI, M., AGUSTÍ, M., AZNAR, M. and ALMELA, V. 1993. Improving the size of "Fortune" mandarin fruits by auxin 2,4-DP. *Scientia Horticulturae* 55: 283-290.
- ELSE, M., STANKIEWICZ-DAVIEST, A., CRISP, C. and ATKINSON, C. 2004. The role of polar auxin transport through pedicels of *Prunus avium* L. in relation to fruit development and retention. *Journal of Experimental Botany*. 55(405): 2099-2109.

- FAUST, M. 1989. Physiology of temperate zone fruits trees. Ed. John Wiley, New York. 338 p.
- FICHET, T. 2001. Efectos hormonales correlativos relacionados con el crecimiento del tallo y el desarrollo del fruto del guisante (*Pisum sativum* L.). Tesis doctoral, Departamento de Biotecnología, Universidad Politécnica de Valencia, España. 129 p.
- FICHET, T. and RAZETO, B. 2003. Current status of loquat in Chile. pp 21-23. *In*: First international symposium on loquat. Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéens; N°58. Zaragoza, España. 198p.
- GARIGLIO, N., CASTILLO, A., JUAN, M., ALMELA, V. y AGUSTI, M. 2002. El Níspero Japonés: Técnicas para mejorar la calidad del fruto. Generalitat Valenciana, Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación. N° 52. 61 p.
- GARCÍA-LUIS, A., OLIVEIRA, M., BORDÓN, Y., SIQUEIRA, D., TOMINAGA, S. and GUARDIOLA, J. 2002. Dry matter accumulation in Citrus fruit is not limited by transport capacity of pedicel. *Annals of Botany* 90: 755-764.
- GIL, G., PEREZ, J., y PSZCZOLKOWSKI, P. 1982. Problemas de brotación en vides. *Revista Frutícola*. 3(2): 52-55.
- GIL, G. 2000. Fruticultura. El potencial productivo: crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 342 p.
- GOREN, R., HUBERMAN, M. and GOLDSCHMIDT. 2004. Girdling: Physiological and horticultural aspects. *Horticultural Reviews* 30: 1-36.
- GUARDIOLA, J., BARRÉS, M., ALBERT, C. and GARCÍA-LUIS, A. 1993. Effects of exogenous growth regulators on fruits development in Citrus unshui. *Annals of Botany* 71: 169-176.
- LANG, A. and RYAN, K. 1994. Vascular development and sap flow in apple pedicels. *Annals of Botany* 74: 381-388.
- MARTINEZ-CALVO, J., BADENES, M. y LLACER, G. 2000. Descripción de variedades de níspero japonés. Generalitat Valenciana, Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación. N° 46. 119 p.
- MESEJO, C., MARTINEZ-FUENTES, A., JUAN, M., ALMELA, V. and AGUSTI, M. 2003. Vascular tissues development of citrus fruit peduncle is promoted by synthetic auxins. *Plant Growth Regulation* 39(2): 131-135

MUÑOZ, H. y VALENZUELA, J. 1983. Anillado en vides. IPA, La Platina 20: 29-30

QUEZADA, J. 1993. Efecto del anillado sobre la madurez y el tamaño de frutos en duraznero, damasco y ciruelo. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 53 p.

RAZETO, B. 1988. El níspero. pp. 59-72. *In*: Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 20. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 154 p.

ROJAS, S., 2000. Evaluación de raleo químico en níspero (*Eriobotrya japonica* Lindl.) var. Golden Nugget, mediante la utilización de ácido naftalén acético. Tesis Ing. Agr. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 17 p.

WESTWOOD, M. N. 1982. Fruticultura de las zonas templadas. Mundiprensa, Madrid, España. 461p.

WOODWARD, A. and BARTEL, B. 2005. Auxin: Regulation, action and interaction. *Annals of Botany* 95: 707-735.