

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA
SECRETARÍA ACADÉMICA

TRABAJO FINAL
Para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

MODALIDAD: PROYECTO

SEGUIMIENTO FENOLOGICO Y CARACTERIZACION
DEL CRECIMIENTO DE NUEZ PECAN (*Carya illinoensis*)
EN VILLA MARIA (CÓRDOBA), EN LA TEMPORADA
2011/12

FRANCISCO FELIPE
DNI: 34426301

Director: Ing. Agr., M.Sc. Susana Nilda Viale
Codirector: Ing. Agr. Ernesto Guevara

RÍO CUARTO, Mayo 2014

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi padre Oscar y a mi madre Norma, además quiero recordar a mi abuela Inés y mi abuelo Fermín. Esta dedicatoria no solo por el esfuerzo económico de mantenerme en Rio Cuarto tantos años sino por todo el esfuerzo emocional, donde nunca me dejaron desistir. Pero el mayor fundamento que tengo para dedicarles esta etapa que finaliza con este trabajo es por enseñarme lo máspreciado que tengo, mi persistencia y mis convicciones.

AGRADECIMIENTOS

No puedo comenzar el agradecimiento sin hacerlo a las personas que hizo posible este texto, a Susana Viale y Ernesto Guevara por todo el tiempo y las ganas dedicadas a este trabajo.

Agradecer a mi familia y mis amigos por todo el apoyo brindado durante todo este tiempo. A todos los profesores que ayudaron a mi formación académica. A los no docentes, en especial a Clarita por la predisposición a solucionarme cualquier inconveniente.

Tengo que agradecer personas que considero no solo amigos sino mentores, por todo lo que me han enseñado: Carlos Peñafort, Bastiaan Zwikker, Iñigo Landeta, Ray Dalton y a mis compañeros Coachs.

Por ultimo quiero agradecer a las personas que compartieron mi último año en la Universidad, mis compañeros de Dinámica Estudiantil en especial a Santiago Fiandino, Gonzalo Fernández, Pedro Torre y Federico Artero, por elegirme y apoyarme durante nuestra gestión en el C.E.I.A.

Muchísimas Gracias.

Francisco Felipe

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

**SEGUIMIENTO FENOLOGICO Y
CARACTERIZACION DEL CRECIMIENTO DE NUEZ
PECAN (*Carya illinoensis*) EN VILLA MARIA
(CÓRDOBA), EN LA TEMPORADA 2011/12**

**FRANCISCO FELIPE
DNI: 34426301**

**Director: Ing. Agr., M.Sc. Susana Nilda Viale
Co.director: Ing. Agr. Ernesto Guevara**

**Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la
Comisión Evaluadora:**

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Secretario Académico

ÍNDICE

Introducción	1
Hipótesis	2
Objetivos	7
Materiales y métodos	8
Resultados y discusión	10
Fenología	10
Crecimiento de brotes	15
Crecimiento de frutos	19
Rendimiento y calidad de cosecha	22
Dinámica del monte de Pecan	24
Conclusiones	27
Bibliografía	28
Anexos	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1	Etapas fenológicas de Pecan.....	10
Cuadro N° 2	Fechas de ocurrencia de las etapas vegetativa y la floración en cuatro variedades de Pecan. Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.....	12
Cuadro N° 3	Fechas de ocurrencia de las etapas vegetativa y apertura frutos en cuatro variedades de Pecan. Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.....	13
Cuadro N° 4	Fenología de cuatro variedades de Pecan en Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.....	14
Cuadro N° 5	Longitud final de brotes en cuatro variedades de Pecan en Villa María, (Córdoba), temporada 2011/12	18
Cuadro N° 6	Diámetro promedio, mínimo y máximo de frutos de cuatro variedades de Pecan en Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.....	20
Cuadro N° 7	Rendimiento por planta de cuatro variedades de Pecan en Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.....	22
Cuadro N° 8	Numero de nueces por kilogramo, porcentaje de humedad a cosecha y rendimiento al descascarado de cuatro variedades de Pecan en Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.....	23
Cuadro N° 9	Comparación de los parámetros de calidad de cuatro variedades de Pecan.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1	Longitud promedio de brotes de cuatro variedades de Pecan. Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.....	16
Figura N° 2	Longitud promedio de brotes en las variedades Maramec (A), Shoshoni (B), Desirable (C) y Starking Hardy (D) en relación a las etapas fenológicas vegetativas. Villa María (Córdoba), temporada. 2011/12.....	17
Figura N° 3	Efecto de la temperatura media semanal del aire en el crecimiento de brotes de la planta D5. Villa María (Córdoba), temporada. 2011/12.....	19
Figura N° 4	Diámetro ecuatorial y longitudinal promedio de frutos en la variedad Maramec, Shoshoni, Starking Hardy y Desirable comparados con los eventos fenológicos. Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.....	21
Figura N° 5	Dinámica general de la plantación de Pecan en Villa María (Córdoba) en la temporada 2011/12.....	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° I	Plano de sectorización y disposición varietal de la plantación de pecan en Vila María	31
Anexo N° II	Cronograma de inicio de brotación de las variedades de Pecan	32
Anexo N° III	Cronograma de aparición de la inflorescencia masculina con y sin liberación de polen de las variedades de Pecan	33
Anexo N° IV	Cronograma de aparición de la inflorescencia femenina de las variedades de Pecan	34
Anexo N° V	Cuajado del fruto en las variedades de Pecan	34
Anexo N° VI	Detalle de un brote y frutos de Pecan	35
Anexo N° VII	Secuencia de crecimiento de frutos de Pecan	36
Anexo N° VIII	Cosecha de Pecan	37
Anexo N° IX	Inconvenientes detectados en la plantación de Pecan	37

RESUMEN

El pecán o nuez pecán (*Carya illinoensis*) pertenece a la familia de las Juglandáceas y es originario de Estados Unidos y México. En Argentina existen algunos registros del comportamiento de la especie y datos de producción en plantaciones del litoral del país, mientras que la información es escasa en lo que se refiere a la conducta de la especie en la región pampeana. El objetivo de este trabajo fue obtener información básica del comportamiento fenológico de la nuez pecan en la región centro-este de la provincia de Córdoba, Argentina. La experiencia se realizó en una plantación de pecan ubicada a 5 km de la ciudad de Villa María (Córdoba) durante la campaña 2011/12. Las variedades utilizadas fueron cuatro: Maramec, Starking Hardy, Shoshoni y Desirable. La plantación posee 12 años de edad y su manejo ha sido básico, con escasa tecnología incorporada. Se realizó una sectorización de la plantación en 5 zonas y dentro de cada una se seleccionó al azar una planta de cada variedad. En cada planta seleccionada, se marcaron cinco brotes y cinco frutos sobre los que se realizaron los seguimientos y evolución. Al final del ciclo productivo se cosecharon las plantas y se determinó humedad del fruto, nueces por kilogramo y rendimiento al descascarado. Desde setiembre de 2011 y hasta mayo de 2012 se recorrió la plantación quincenalmente, registrándose los eventos fenológicos (según la escala de *Frusso* 2007), la longitud de los brotes y el crecimiento de los frutos. Se encontraron diferencias en la duración de las etapas fenológicas de cada variedad principalmente en el desarrollo de las yemas, la expansión de hojas y el momento de apertura de frutos y la senescencia foliar. Se obtuvieron las curvas de crecimiento de brotes y frutos, lográndose en el último caso diferenciar tres etapas en función de la velocidad de crecimiento. De acuerdo a los registros de este trabajo se puede concluir que la variedad Shoshoni fue la variedad más productiva, Desirable tuvo un muy buen rendimiento con un buen tamaño de nuez, Maramec presentó buenas características cualitativas (tamaño y contenido de almendra) pero bajo rendimiento y Starking Hardy fue la que presentó el peor comportamiento con escasa producción y calidad.

Palabras claves: Pecán, fenología, brotes, frutos, rendimiento

SUMMARY

The pecan or pecan nut (*Carya illinoensis*) belongs to the family of Juglandaceae and its originative from United States and México. In Argentina there are some register about the development of the specie and the production in plantations on the litoral zone of the country, however the information is scarce regarding the behavior of this specie in the Pampeana Region. The objective of this paper was to obtain basic information of the phenological development of pecan nut in the center-east zone of the Córdoba province, Argentina. The experience took place in a plantation of pecan nut established 5 kilometers from Villa Maria city during the 2011/2012 campaign. The varieties of pecan nut analyzed were four: Maramec, Starking Hardy, Shoshoni and Desirable con. The plantation has 12 years and it has a basic management with scarce technologies incorporated. The plantation was sectored into 5 zones and one plant of each variety was selected of each zone randomly. In the selected plants, five buds and five fruits were selected in which tracing of the development was registered. At the end of the cycle fruits were harvested and humidity, nuts per kilogram and hulled yield were measured. From September 2011 to May 2012 the plantation was monitored fortnightly, registering phenological events following the *Frusso 2007* scale, the length of buds and the growth of fruits. Differences were discovered in phonological stages within varieties, mainly on bud development, leaf expansion, fruits opening moment and leaf senescence. Growth curves of buds and fruits were obtained, and achieving to differentiate three stages of fruits growth rate. In agreement with this paper it can be concluded that Shoshoni variety was the most productive, Desirable had a very good yield with a great nut size, Maramec presented good qualitative characteristics (size and almond content) but low yield and Starking Hardy was the worst behavior with scarce production and quality.

Key words: Pecan nuts, Phenological stages, bud, fruits, yield.

INTRODUCCION

El pecán (*Carya illinoensis*) pertenece a la familia de las Juglandáceas. El nombre común es *nuez pecán o pecán*. Es originario del centro y este de los EE.UU. y los valles de los principales ríos de México, su fruto fue ampliamente utilizado por los habitantes precoloniales de esas zonas (Madero, 2003). Es un árbol con múltiples funciones dependiendo del objetivo que persiga, puede ser utilizado como frutal, ornamental y forestal, entre otros.

Nutricionalmente el pecan constituye un alimento muy completo. Posee altos contenidos de gama tocoferol (una de las formas químicas de la vitamina E), taninos condensados y pro-antocianinas. Contiene más de 19 vitaminas y minerales, incluyendo vitaminas A, B y E, ácido fólico, calcio, fósforo, magnesio, potasio y zinc. Posee además ácidos grasos beneficiosos, de ellos el 29% de PUFA (omega-6 y omega-3) y casi 50% de ácidos grasos monoinsaturados, entre los se destaca el ácido oleico (omega-9). Una porción de 15 mitades de pecán provee 10% de la fibra recomendada en dieta. Además es una excelente fuente de esteroides y proteína vegetal (Biolatto *et al.*, 2007).

En la actualidad los principales países productores de pecan son los Estados Unidos (72%) y México (25%). México es el principal exportador de nuez con cáscara. Otros productores menores son Australia, Sudáfrica, Israel, Brasil, Argentina, Perú y Egipto. Además de ser el principal productor y exportador de nuez, Estados Unidos es el más grande consumidor. Otros importantes países consumidores son el Reino Unido, Alemania, Canadá y Japón (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2009).

El pecán llegó a nuestro país en el siglo XIX a través de semillas traídas por *Domingo F. Sarmiento* (Madero, 2007a). En la actualidad las principales zonas de plantación son Entre Ríos, Buenos Aires, Delta del Paraná, Corrientes, Santa Fe y Córdoba (Madero 2007b). La Argentina ofrece excelentes perspectivas, tanto por la existencia de amplias zonas donde su ciclo se cumple con éxito, como por la creciente demanda que se observa en el mercado nacional e internacional (López *et al.*, 2007).

En Argentina, actualmente no existen datos estadísticos exactos, pero se estima un total de 4.500 ha implantadas, con edades que varían entre 1 y 80 años. La mayoría de las plantaciones con fines comerciales son recientes (1 a 10 años de edad), incrementándose anualmente tanto la superficie implantada como la producción (Madero, 2007b).

En el Instituto Nacional de Semillas (INASE) se encuentran registradas once variedades, dos de ellas generadas en el país por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA

Delta I, INTA Delta II) y las demás provenientes de Estados Unidos (Desirable, Harris Super, Kernodle, Mahan, Mahan-Stuart, Shoshoni, Starking Hardy, Giant, Stuart y Success) (INASE, 2011). Además, existen otras variedades como las de alto rendimiento productivo (ARP): Maramec, Pawnee, Choctaw, Podsednik, Oconee, Mohawk, Cape fear, Mississippi giant, Cheyenne y Cowley (Los pecanes, 2011).

El pecan es un árbol perenne, caducifolio, que alcanza una altura de 30 m y llega a una edad superior a los 100 años, la producción a esa edad es de más de 100 kg. de nueces por planta. Presenta una madera semipesada de buena calidad, elástica, utilizada para ebanistería, parquetes, cabos de herramientas y madera terciada. Se lo puede utilizar como árbol ornamental, donde se lo planta formando macizos o aislados (Frusso, 2007; INTA, 2011).

Las hojas son compuestas, dispuestas en forma alternada, imparipinadas, teniendo de 11 a 17 folíolos de forma oblongo-lanceolada, glabros y de borde aserrado. Presenta una floración diclino monoica con dicogamia, es decir, que las flores femeninas y masculinas de una misma variedad y dispuestas sobre un mismo pie no maduran al mismo tiempo (Frusso, 2007).

La inflorescencia masculina está compuesta por tres amentos péndulos los cuales están unidos por un pedúnculo. Estos amentos se disponen sobre el tercio apical de ramas del último año teniendo de 72 a 123 flores individuales. Cada flor individual a su vez contiene de 3 a 7 estambres con anteras oblongas, presentando cuatro sacos polínicos de dehiscencia longitudinal. Las flores femeninas se disponen en una inflorescencia formando un racimo sobre las ramas nuevas. El número de flores producidas varía de acuerdo al largo de las ramas, el cultivar y el clima. Presentan estigma bifido sobre un disco estigmático rodeado de tres bractéolas y una bráctea. Estas últimas se encuentran fusionadas en la base formando el involucreo o ruezno (Frusso, 2007).

La inflorescencia femenina está compuesta por flores sésiles en número que oscila entre 3 y 10. El estigma es un carácter que sirve para identificar los cultivares debido a que presentan una forma y coloración características (Frusso, 2007).

El fruto es una drupa seca de forma oblonga y elipsoide de 3-5 cm de largo, constituida por un embrión (parte comestible, almendra o semilla), un endocarpio liso y delgado (cáscara de la nuez) y un epicarpio y mesocarpio carnosos los cuales se abren a la madurez formando cuatro valvas longitudinales (ruezno). Las nueces de cultivares comerciales de pecán presentan una relación en peso entre la parte comestible y la cáscara más favorable que la nuez común (Frusso, 2007).

Fenología del cultivo (Frusso, 2007; Borbon Soto *et al*, 2007)

Las etapas fenológicas del pecán se pueden dividir en tres partes bien diferenciadas: 1- *etapa de desarrollo vegetativo*: comprende el período que va desde brotación hasta desarrollo completo de hoja, 2- *etapa de desarrollo reproductivo*: comprende los períodos de floración y formación del fruto y 3- *etapa de senescencia*: comprende los períodos de amarilleo y caída de hojas.

Etapa de desarrollo vegetativo

V 1. "yema dormida": transcurre desde fines del mes de mayo hasta mediados de septiembre. Durante este período la planta se encuentra en reposo vegetativo.

V 2. "yema hinchada": transcurre por un período de aproximadamente una semana hasta fines de septiembre. En este estado la yema aumenta de tamaño pero conserva las escamas que la envuelven.

V 3. "yema rajada partida exterior": este estado ocurre entre fines de septiembre y principios de octubre. Las escamas externas de la yema se abren.

V 4. "yema rajada partida interior": ocurre entre la primera y segunda semana de octubre. Las escamas interiores se abren.

V 5. "Hojas expandiendo": mediados de octubre. Los folíolos se pueden observar pero tienen los márgenes juntos sin poder diferenciarlos en forma individual.

V 5-V9 " folíolos expandiendo": transcurre desde mediados de octubre hasta mediados de noviembre. Los bordes de los mismos no se tocan y continúa su crecimiento hasta alcanzar el tamaño definitivo de la hoja. Se divide en V 5 (20 % de tamaño final), V 6 (40 % de tamaño final), V 7 (60 % de tamaño final), V 8 (80 % de tamaño final) y V 9 (100 % de tamaño final).

Etapa de desarrollo reproductivo

R 1. "elongación de amento": es el primer estado de esta etapa y transcurre entre la primera y la tercera semana de octubre. Durante este estado los amentos comienzan su desarrollo hasta alcanzar su tamaño definitivo.

R 2. " Liberación de polen": transcurre desde la cuarta semana de octubre hasta mediados de noviembre según sean los cultivares protándros o protoginos. Por su importancia se lo divide en tres momentos: comienzo, plenitud, y fin de liberación de polen.

R 3. " Receptividad de estigma": ocurre entre mediados de octubre hasta mediados de noviembre. Por su importancia también se lo divide en tres momentos: comienzo, plenitud y fin de estigma receptivo.

R 4. "post- polinización": se produce durante fines del mes de noviembre. Ocurre aproximadamente una semana después de la polinización y marca el comienzo del crecimiento del fruto. Los estigmas se necrosan tomando un color oscuro.

R 5. " desarrollo temprano de la nuez ": transcurre durante las primeras dos semanas de diciembre, aproximadamente 6 semanas posteriores a la polinización. Las nueces tienen un lento crecimiento.

R 6. " desarrollo rápido de la nuez ": ocurre entre fines de diciembre hasta principios de enero, aproximadamente 9 semanas posteriores a la polinización. Durante este estado, las nueces crecen rápido pero no desarrollan la parte comestible (embrión). Inicio del estado acuoso.

R 7. " desarrollo tardío de la nuez ": se produce a mediados de enero, aproximadamente 10 semanas posteriores a la polinización. Mediados del estado acuoso. Comienza el endurecimiento de la punta de la nuez.

R 8. " Inicio de llenado parte comestible": este período transcurre a partir de la tercera semana de enero hasta principios de febrero, aproximadamente 13semanas posteriores a la polinización. Estado acuoso, la mitad de la cáscara ha endurecido.

R 9. "llenado de la parte comestible": demediados de febrero hasta mediados de marzo, aproximadamente 15 semanas posteriores a la polinización. Fin del estado acuoso, inicio del estado de gel y pastoso. Cáscara endurecida.

R 10. " fin llenado parte comestible": ocurre de mediados a fines de marzo, aproximadamente 19 semanas posteriores a la polinización. Fin estado pastoso, desarrollo de la parte comestible por completarse.

R 11. "rajado de cáscara": desde fines de marzo hasta mediados de abril, aproximadamente 24 semanas posteriores a la polinización. Desarrollo completo del embrión, puede retirarse el ruezno de la nuez.

Etapa de senescencia

S1. " amarilleo del follaje": ocurre durante los meses de mayo a junio. Se lo divide en comienzo, plenitud y fin de amarilleo del follaje. En mayo, ocurre el comienzo de amarilleo del follaje (20 % de las hojas). En la plenitud, el follaje alcanza aproximadamente un 50 % de amarilleo etapa que ocurre durante la primera y segunda semana de junio. El fin de amarilleo del follaje es cuando alcanza aproximadamente un 80 %. Este período ocurre durante fines de junio.

S2. " caída del follaje": se produce durante fines de junio hasta la tercera semana de julio. El comienzo es cuando caen aproximadamente un 20 % de hojas (fines de junio y principios de julio), la plenitud de caída del follaje es cuando caen aproximadamente un 50 % de hojas

(primera y segunda semana de julio) y fin de amarilleo del follaje es cuando caen aproximadamente un 80 % de hojas (fines de julio).

Requerimientos edafoclimaticos (Casaubon, 2007; Cruzate y Gómez., 2007; López *et al.*, 2007)

El pecán se desarrolla bien en climas húmedos, requiriendo un mínimo de precipitación anual de 750 mm y un máximo de 2000mm.

Para que la nuez pecán crezca normalmente, requiere una temperatura media en el período de crecimiento de alrededor de 23° C, y un período libre de heladas entre 180 y 280 días. Necesita acumular además entre 250 y 550 horas de frío efectivas (debajo de 7°C). Cuando la acumulación de estas horas supera a las 500 se obtienen rendimientos mayores que cuando se acumularon solo 300 horas de frío.

Esta especie prefiere los suelos profundos (más de un metro), permeables y sueltos, de textura media con buen drenaje, ricos en nutrientes y con un pH levemente ácido a neutro (6,5 a 7).

Cosecha (Dabul, 2007)

La cosecha de la nuez se debe iniciar cuando la misma alcanza la madurez, es decir cuando el ruzno se abre y se desprenden las nueces. En este momento hay que recogerlas y clasificarlas para posteriormente secarlas y empacarlas.

Existen algunos registros de producciones, como también del comportamiento de la especie en el país, sin embargo esta información es actualmente muy escasa, principalmente en lo que se refiere a la región pampeana.

HIPÓTESIS

El cultivo de pecan ajustara su comportamiento fenológico y productivo a las condiciones climáticas de la localidad de Villa María Córdoba, temporada 2011/12

OBJETIVO GENERAL

Obtener información básica del comportamiento fenológico de la nuez pecan en la región centro-este de la provincia de Córdoba, Argentina.

OBJETIVO ESPECIFICOS

1. Determinar el momento de ocurrencia de las etapas fenológicas en diferentes variedades de pecan.
2. Elaborar las curvas de crecimiento de brotes y de frutos.
3. Determinar la producción promedio por planta en cada variedad.
4. Caracterizar la calidad de la producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en una plantación de Pecan ubicada a 5 km de la ciudad de Villa María (Córdoba) en las cercanías de la ruta nacional N° 9. El campo pertenece a la Fundación para el Desarrollo Regional de Villa María (FUNDER), presidida por la Sra. Nilda Gamacchio¹.

El establecimiento cuenta de 30 has, de las cuales 1 ha está implantada con Pecanes pertenecientes a las variedades: Desirable, Starking Hardy, Shoshoni y Maramec (Ing. Juan Manuel Dañhel², anexo I).

La plantación fue realizada en el año 1999, en una disposición en cuadrado a 10 m. Al momento de realizar el trabajo poseía una edad de 12 años, de los cuales solo en los últimos dos se le realizó un manejo simplificado de la plantación. Las malezas se controlan mecánicamente para mantener la cobertura y en el último año se incorporó riego por microaspersión. No se realiza poda, las plantas crecen de forma natural.

La cantidad de plantas presentes es de 92, de un total de 117 plantadas originalmente implantadas (anexo 1). De las plantas que pudieron ser identificadas 30 pertenecen a la variedad Maramec, 16 a Starking Hardy, 20 a Shoshoni y 12 a Desirable.

Manejo del material vegetal:

Se realizó una sectorización del monte en 5 zonas: una central y cuatro en los extremos para abarcar posibles diferencias de terreno (ver esquema en anexo 1). Dentro de cada una de las zonas se seleccionó e identificó una planta de cada variedad elegida al azar.

Evaluaciones:

1- Fenología: cada quince días se recorrió la plantación registrando el estado fenológico de cada variedad (promedio de 5 plantas), según la escala propuesta por Frusso (2007).

2- Curvas de crecimiento de brotes y frutos: para la evaluación de brotes se marcaron con cinta blanca 5 brotes en cada planta seleccionada. Sobre cada brote se registró cada quince días la longitud de los mismos.

En el caso de los frutos, se seleccionaron 5 frutos en cada planta seleccionada y se registró cada quince días el diámetro ecuatorial y longitudinal. Cada fruto fue marcado con cinta blanca en cada planta seleccionada.

¹Sra. Nilda Gamacchio. Comunicación personal. Mendoza 1230 Villa María Córdoba. Tel 0353-4520016

² Ing. J. Dañhel. Responsable técnico establecimiento Los Pecanes (vivero proveedor). Comunicación personal. San José Entre Ríos, e-mail: lospecanes@isair2.com.ar, tel:03447-470810

3- Producción por planta: al final del ciclo productivo se recolectó la totalidad de los frutos de todas las plantas de cada variedad y se determinó el peso promedio por planta.

4- Calidad de los frutos: luego de cosechados, los frutos fueron llevados a estufa por 48 hs a 35°C con ventilación, logrando la humedad requerida sin pérdida de calidad de consumo (Ing. Juan Manuel Dañhel³).

Por otro lado, se tomó una alícuota de 1 kg de frutos en la que se determinó el número de nueces por kilogramo y el porcentaje de descascarado.

³ Ing. J. Dañhel. Responsable técnico establecimiento Los Pecanes (vivero proveedor). Comunicación personal.

RESULTADOS Y DISCUSION

FENOLOGIA

Los eventos fenológicos del pecan se pueden dividir en dos etapas bien diferenciadas: desarrollo vegetativo (yemas y hojas) y reproductivo (masculino y femenino) (Frusso, 2007). Dentro de cada una de estas etapas se pueden distinguir diferentes eventos fenológicos, los que pueden observarse en el cuadro 1.

Cuadro N° 1: Etapas fenológicas del Pecan

ETAPAS	EVENTOS FENOLOGICOS		Escala	
Vegetativa	Desarrollo de Yemas		Reposo Invernal	V0
			Desarrollo de yema	V1 a V4
	Desarrollo del Follaje		Expansión hojas	V5 a V8
			Tamaño final	V9
			Senescencia	S1 y S2
Reproductivo	Masculino	Desarrollo de flor	Elongación amentos	R1
			Liberación polen	R2
	Femenino	Desarrollo de flor	Floración femenina	R3
			Desarrollo de frutos	Crecimiento fruto
		Llenado fruto		R8 a R10
		Apertura		R11

Fuente: Frusso (2007)

Reposo invernal y periodo de yema hinchada: en las cuatro variedades de pecan analizadas el periodo de reposo invernal finalizo el 10/09/2011 y a partir de este momento se evidencio el inicio de actividad de las yemas (yema hinchada). El proceso de desarrollo de las yemas continuó hasta el 17/09 para la variedad Shoshoni, Maramec y Starking Hardy y hasta el 24/09 para la variedad Desirable.

Desarrollo del Follaje: al finalizar la apertura de yemas comenzó el crecimiento de hojas hasta la expansión foliar completa. Shoshoni mostró un crecimiento muy rápido en su expansión foliar, las puntas verdes aparecieron el 17/09, alcanzando el 20% del tamaño final el 24/09, el 60% el 09/10 y el 100% de expansión el 15/10. Maramec y Starking Hardy iniciaron la expansión foliar al igual que Shoshoni el 17/09 pero definieron su tamaño el 29/10 y el 12/11 respectivamente. Desirable fue la que comenzó el desarrollo foliar más tarde, el 09/10 y termino

al igual que Starking Hardy el 12/11. Es de destacar que Desirable presento un follaje muy escaso concentrado en los ápices de las producciones y fue muy homogéneo el comportamiento de todas las plantas. (Anexo II)

El otro proceso que sucede en el desarrollo del follaje es la senescencia del mismo, del cual se hablará más adelante.

Desarrollo reproductivo: se pudo observar que la aparición de los amentos fue visible cuando todavía todas las variedades estaban expandiendo su follaje. La elongación de las flores masculinas se inició cuando aún se estaba desarrollando el follaje en las var. Desirable y Starking Hardy. Los amentos mostraron 100% de elongación el 29/10 en Desirable, Maramec y Starking Hardy y el 22/10 en Shoshoni.

Una característica de Desirable y Starking Hardy es la gran cantidad de amentos que presentaron, concentrados en la zona media de las ramificaciones. Shoshoni se caracterizó por presentar escasa cantidad de yemas reproductivas y escasos amentos por yema.

El cuadro 2 muestra las fechas de ocurrencia de la liberación de polen y receptividad de los estigmas en cada variedad (anexo III). Desirable muestra una concordancia entre la liberación de polen y receptividad. Starking Hardy y Shoshoni si bien existe coincidencia lo hace por un periodo de tiempo corto (10 días aproximadamente) quedando los estigmas receptivos sin polinización durante un lapso de 20 a 25 días. Finalmente Maranec presento protoginia, ya que la emisión de polen ocurre luego de finalizada la recepción estigmática. Estas características de floración son particulares de cada variedad aunque están influenciadas por las condiciones ambientales (Valentini *et al.*, 2014)

Analizando el comportamiento de la plantación, la etapa de receptividad estigmática ocurre desde el 15 de octubre hasta fines de noviembre, mientras que la liberación de polen se produce desde el 22 de octubre hasta el 19 de noviembre, quedando de esta manera flores sin polinizar con pérdida de producción potencial. Para mejorar este aspecto sería necesaria la incorporación de variedades polinizadoras que cubran completamente la floración femenina (Roig, 1992).

Cuadro N° 2: Fechas de ocurrencia de las etapas vegetativa y la floración en cuatro variedades de Pecan. Villa María (Córdoba), temporada 2011/12

Variedad	Shoshoni			Maramec			Starking hardy			Desirable		
	V	R		V	R		V	R		V	R	
		M	F		M	F		M	F		M	F
09/10/2011	■	■		■	■		■	■		■	■	
15/10/2011	■	■		■	■		■	■		■	■	
22/10/2011	■	■	■	■	■		■	■		■	■	
29/10/2011	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
12/11/2011	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
19/11/2011	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
26/11/2011	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Referencias: V (vegetativo), R (reproductivo), M (masculino), F (femenino), ■ (elongación de los amentos), ■ (liberación del polen), ■ (receptividad de estigmas), ■ (crecimiento del fruto), ■ (expansión de hojas), ■ (tamaño final de hojas).

Luego de ocurrida la polinización, de tipo anemófila en esta especie, se produce el cuajado de frutos (anexo IV) cuando los óvulos han sido fertilizados (Sozzi, 2007).

Luego del cuaje (R4), los frutos (anexo V.II) experimentan un crecimiento lento (R5), luego un crecimiento rápido (R6) y el desarrollo tardío de la nuez (R7) según Frusso (2007). Estos tres estados determinan el periodo de crecimiento del fruto, donde paralelamente ocurre el desarrollo del embrión.

Cuando el fruto comienza a llenarse de un líquido lechoso, es el momento en el que comienza el periodo de llenado. Según Frusso (2007), este estado ocurre por acción del embrión y está representado por el periodo desde el inicio al final de llenado de la parte comestible (R8, R9 y R10). Simultáneamente al llenado de fruto ocurre el endurecimiento del endocarpio (anexo VII).

La etapa R5 ocurrió el 26/11 para Shoshoni y Desirable, el 12/11 para Maramec y el 03/12 Starking Hardy, determinando el inicio del crecimiento del fruto.

La etapa R8 ocurrió el 11/02 para Shoshoni y el 25/02 para las demás variedades, determinando el inicio del llenado del fruto.

La etapa R11 o partidura de la cáscara, indica el final del desarrollo del fruto y a este solo le resta perder humedad para luego caerse por sí solo o ser cosechado. Este periodo fue

variable para las diferentes variedades, siendo la primera en llegar a R11 Shoshoni (21/03), luego Starking Hardy (14/04) y finalmente Maramec y Desirable (21/04).

Senescencia: el último proceso evidente es la caída de hojas, la que ocurrió el 21/04 en Desirable y el 28/04 en las tres variedades restantes. Es de destacar la diferencia que existe en las variedades entre el inicio de la senescencia y la finalización del llenado del fruto. La diferencia en tiempo entre estos dos procesos es un indicador de la capacidad fotosintética que tiene la planta luego de la apertura del ruzno para acumular reservas que le permitan afrontar la próxima temporada y de esta forma disminuir la alternancia (Madero *et al.*, 2007).

En el cuadro 3 se puede evidenciar la diferencia en días entre estas dos etapas, siendo muy amplia para Shoshoni (desde el 21/03 hasta el 28/04), muy escasa para Maramec (21/04 al 28/04) y Starking Hardy (del 14/04 al 28/04) y nula para Desirable (21/04).

El cuadro 4 se muestra en forma esquemática la fenología observada en las cuatro variedades analizadas en el presente trabajo.











Cuadro N° 3: Fechas de ocurrencia de las etapas vegetativa y apertura frutos en cuatro variedades de Pecan. Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.

Variedad	Shoshoni			Maramec			Starking hardy			Desirable		
	V	R		V	R		V	R		V	R	
		M	F		M	F		M	F		M	F
10/03/2012	■		■	■		■	■		■	■		■
21/03/2012	■		■	■		■	■		■	■		■
08/04/2012	■		■	■		■	■		■	■		■
14/04/2012	■		■	■		■	■		■	■		■
21/04/2012	■		■	■		■	■		■	■		■
28/04/2012	■		■	■		■	■		■	■		■

Referencias: V (vegetativo), R (reproductivo), M (masculino), F (femenino), ■ (tamaño final de hojas).
 ■ (senescencia), ■ (llenado de fruto), ■ (apertura de fruto).

Cuadro N° 4: Fenología de cuatro las variedades de Pecan en Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.

Toma de datos			Shoshoni			Maramec			Starking			Desirable		
Mes	Semana	Fecha	V	R		V	R		V	R		V	R	
				M	F		M	F		M	F		M	F
Septiembre	1	03/09/11												
	2	10/09/11												
	3	17/09/11												
	4	24/09/11												
Octubre	1	09/10/11												
	2	15/10/11												
	3	22/10/11												
	4	29/10/11												
Noviembre	1													
	2	12/11/11												
	3	19/11/11												
	4	26/11/11												
Diciembre	1	03/12/11												
	2													
	3	15/12/11												
	4	29/12/11												
Enero	1													
	2	12/01/12												
	3													
	4	28/01/12												
Febrero	1													
	2	11/02/12												
	3													
	4	25/02/12												
Marzo	1													
	2	10/03/12												
	3	21/03/12												
	4													
Abril	1	08/04/12												
	2	14/04/12												
	3	21/04/12												
	4	28/04/12												
Mayo	1													
	2	12/05/12												
	3	19/05/12												
	4	26/05/12												

Referencias: V (vegetativo), R (reproductivo), M (masculino), F (femenino),  (desarrollo de yema),  (expansión de hojas),  (tamaño final de hojas),  (Senescencia),  (elongación de los amentos),  (liberación del polen),  (receptividad de estigmas),  (crecimiento del fruto),  (llenado de fruto),  (apertura del fruto).

CRECIMIENTO DE BROTES

El crecimiento de la parte aérea, particularmente de los brotes (anexo VI.II), se puede diferenciar en tres tipos: crecimiento de los brotes en longitud, debido a la actividad del meristema terminal; crecimiento en grosor, como consecuencia de la actividad del cambium vascular; y crecimiento de ramificaciones, ocasionado por la actividad de las yemas laterales o axilares (Gil-Albert Velarde, 1989).

El crecimiento en longitud es un indicador de la conducta de planta en la estación, del vigor de la misma y se relaciona con la diferenciación de las flores femeninas (Rodríguez Lara y Rodríguez Lara, 2005).

En la figura 1 se puede observar la curva promedio de crecimiento de brotes de las cuatro variedades analizadas. Si bien los valores finales de longitud de brotes presentaron diferencias, las tendencias de crecimiento tipo sigmoideo se mantuvieron en todas las plantas y variedades. Esta conducta de crecimiento es coincidente a lo descrito por Sady García *et al* (2004), González Álvarez *et al.* (2010), Núñez Moreno *et al.* (2001) y Tijerina *et al.* (2002) quienes trabajaron con las variedades Wichita, Mahan y Western en el hemisferio norte.

Las curvas de crecimiento muestran una primera fase exponencial, donde se evidencia la mayor tasa de crecimiento, luego una fase de disminución del crecimiento hasta que el mismo se estabiliza llegando a la longitud final.

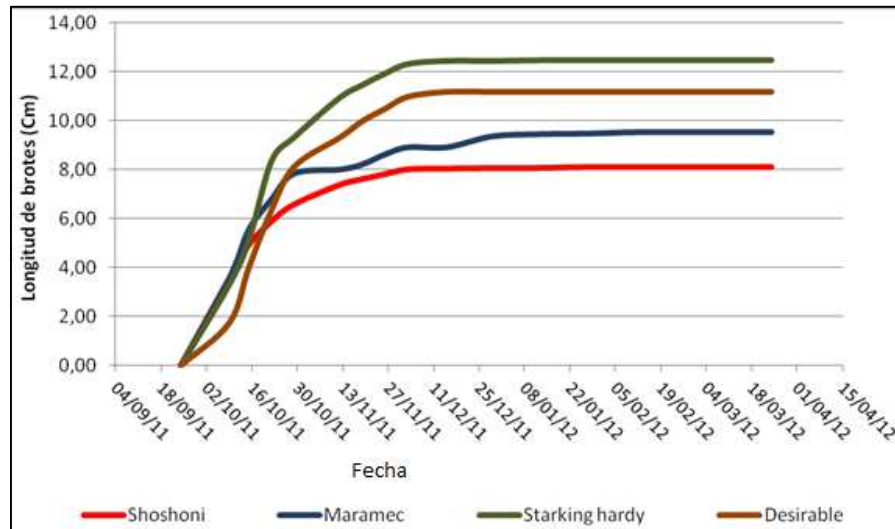
El inicio del crecimiento de brotes ocurrió el 09/10/2011 en las cuatro variedades.

La fase de crecimiento exponencial ocurrió hasta el 22/10 en la var. Shoshoni y una semana más tarde (29 de octubre) en las variedades Maramec, Desirable y Starking Hardy.

La estabilización del crecimiento ocurrió el 3 de diciembre en las variedades Shoshoni, Desirable y Starking Hardy mientras que en Maramec ocurrió el 29 de diciembre.

Maramec fue la var. con el mayor periodo de crecimiento con 80 días, mientras que en las tres variedades restantes este periodo fue de 66 días.

Figura N° 1: Longitud promedio de brotes de cuatro variedades de Pecan. Villa María (Córdoba), temporada 2011/12

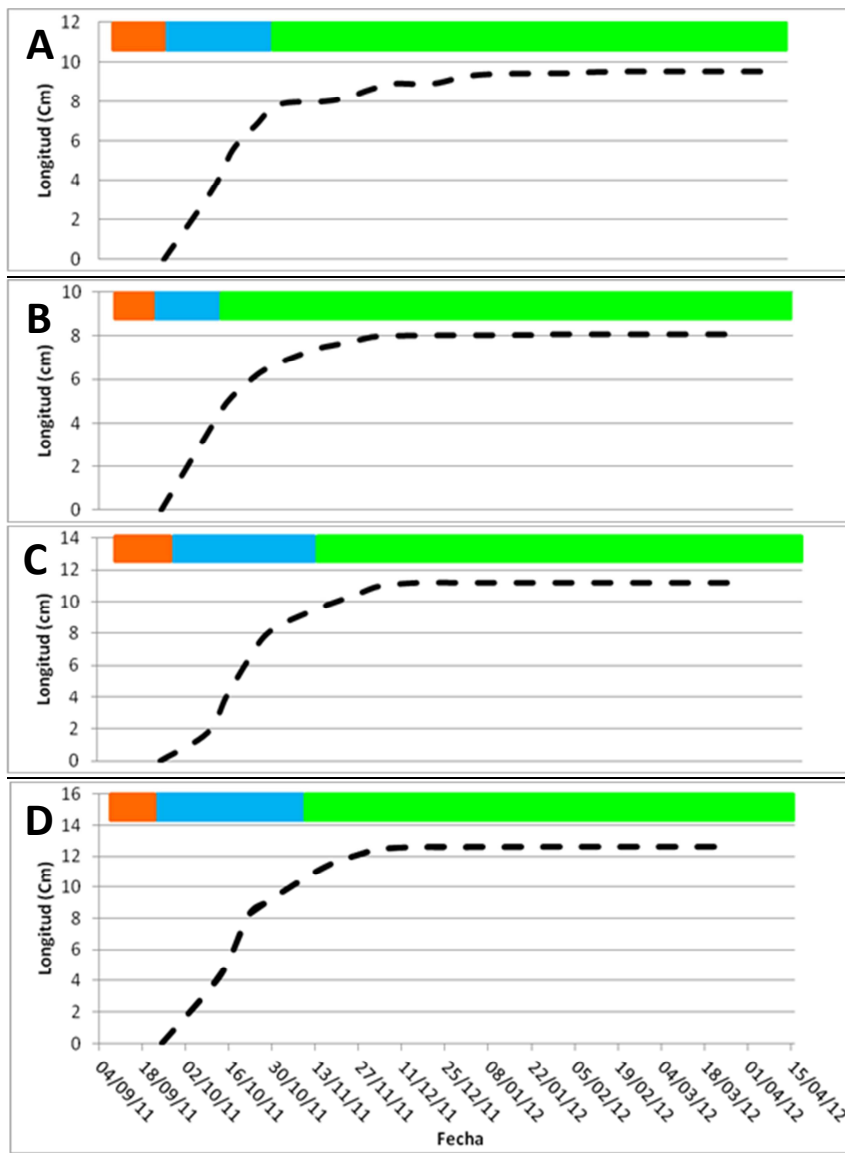


Relacionando la primera fase de crecimiento de los brotes con la fenología de cada variedad (figura 2), se observa que en Maramec el crecimiento en longitud ocurre en coincidencia con la expansión foliar, solo el último tramo del crecimiento ocurre cuando las hojas ya alcanzaron su máximo tamaño.

Shoshoni tiene dividido el crecimiento de brotes de forma equitativa entre los estados fenológicos de pleno desarrollo foliar (crecimiento exponencial) y el tamaño final de hojas (disminución del crecimiento).

En Desirable el mayor crecimiento de brotes ocurre junto con el comienzo de expansión foliar, mientras que en Starking Hardy el mayor crecimiento ocurre en forma coincidente a la expansión foliar.

Figura N° 2: Longitud promedio de brotes en las variedades Maramec (A), Shoshoni (B), Desirable(C) y Starking Hardy (D) en relación a las etapas fenológicas vegetativas. Villa María (Córdoba), temporada. 2011/12.



Referencias: ■ Desarrollo de yemas, ■ Expansión foliar, ■ Tamaño final de hojas.

El cuadro 5 muestra un resumen de las longitudes de brotes promedios, mínimas y máximas para las cuatro variedades analizadas. Starking Hardy presento la mayor longitud de brotes y Shoshoni la menor longitud (la mitad que Starking Hardy).

Cuadro N° 5: Longitud final de brotes en las cuatro variedades de Pecan en Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.

VARIEDAD	LONGITUD DE BROTES (cm)		
	Promedio	Máxima	Mínima
Shoshoni	6,72	8,68	3,6
Maramec	9,54	14,83	5,32
Starking Hardy	12,63	20,17	8,17
Desirable	10,73	16,65	6,12

Rodríguez Lara y Rodríguez Lara, (2005) y Martínez-Rodríguez y Villegas-Viaña (2001), encontraron que el crecimiento mínimo promedio de brotes necesario para la diferenciación de flor femenina debe ser de 15 cm, con un óptimo de 20 cm. De acuerdo a ello y en relación al cuadro 5, donde las longitudes promedio son inferiores a 15 cm, se podría pensar que la producción del año siguiente podría estar comprometida.

Efecto del granizo y la temperatura sobre el crecimiento de brotes

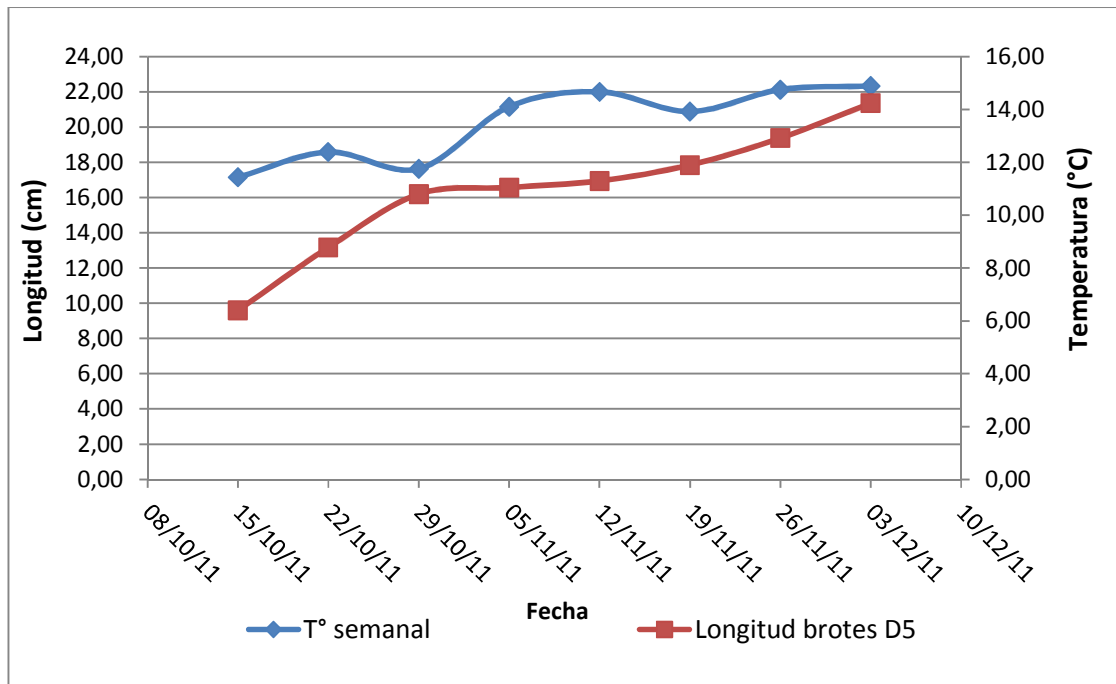
El 8 de noviembre de 2011 se produjo precipitación sólida en forma de granizo. Desirable fue la variedad que presentó el mayor efecto sobre el crecimiento de los brotes. El efecto se evidenció fuertemente en la planta identificada como D5, donde los brotes más expuestos disminuyeron o detuvieron su tasa de crecimiento.

El granizo no solo afecta el crecimiento de la temporada, sino que sus consecuencias permanecen durante gran parte de la vida de la planta, razón por la cual es conveniente establecer un manejo adecuado para esta adversidad climática.

En la figura 3 se presenta la temperatura media semanal del aire y la curva de crecimiento de brotes de la planta D5 (Desirable). Se puede apreciar que, a medida que la temperatura semanal disminuye, lo hace también el crecimiento de los brotes.

Este comportamiento se observó aun cuando no se llegó a una temperatura de 15,5 °C, establecida por Sammis *et al.* (2004) como temperatura base y mucho menos a los 4,4 °C propuestos por González Álvarez *et al.* (2010).

Figura N° 3: Efecto de la temperatura media semanal del aire en el crecimiento de brotes de la planta D5. Villa María (Córdoba), temporada. 2011/12.



CRECIMIENTO DE FRUTOS

El fruto de la nuez pecan inicia su crecimiento después que la flor femenina es fecundada, ya que esta especie no presenta fructificación partenocarpica. Tijerina *et al.* (2002) diferencia dos etapas de desarrollo del fruto: el crecimiento rápido, que ocurre desde el cuaje del fruto hasta el inicio del endurecimiento de la cáscara y el llenado de la almendra, que abarca desde el inicio del endurecimiento hasta la apertura del ruezno.

El crecimiento del fruto se evalúa por el aumento del diámetro en dos sentidos, el longitudinal y el ecuatorial. La diferencia entre estos dos sentidos de crecimiento determina también diferencias en la forma de los frutos.

En el cuadro 6 puede observarse el tamaño final de frutos cosechados, medido como el diámetro longitudinal y ecuatorial, además de la dispersión entre los valores máximos y mínimos mostrada en las cuatro variedades de pecan analizadas. Shoshoni y Maramec muestran gran dispersión entre los valores máximos y mínimos encontrados en ambos ejes de crecimiento. Starking Hardy y Desirable muestran una mayor variación en el crecimiento longitudinal que en el ecuatorial. Shoshoni es la variedad que menos variación evidencio en el tamaño de sus frutos, le siguen Desirable y Starking Hardy, mientras que Maramec fue la que más variación presento.

Shoshoni tiene un fruto pequeño de forma esferoidal. Starking Hardy y Desirable presentan frutos más alargados y Maramec tiene un fruto mucho más largo que ancho.

Cuadro N° 6: Diámetro promedio, mínimo y máximo de frutos de cuatro variedades de Pecan en Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.

Variedad	DIÁMETRO DE FRUTOS (cm)						DISPERSIÓN			
	Promedio		Máxima		Mínima		Longitudinal		Ecuatorial	
	Long	Ecu	Long	Ecu	Long	Ecu	cm	%	cm	%
Shoshoni	4.55	3.45	4.87	3.77	4.39	3.22	0.48	10.55	0.55	15.94
Maramec	6	3.21	7.5	3.9	5.2	2.85	2.3	38.33	1.05	32.71
Starking hardy	4.61	3.56	5.38	3.61	4.09	2.93	1.29	27.98	0.68	19.10
Desirable	4.42	3.24	5.35	3.33	4.13	3.1	1.22	27.60	0.23	7.10

En la figura 4 se puede observar el crecimiento ecuatorial y longitudinal de los frutos juntamente con los eventos fenológicos reproductivos femeninos para cada variedad. Las curvas muestran que el crecimiento de los frutos fue sostenido durante toda la etapa para todas las variedades, llegando a su tamaño máximo el 24/03/12.

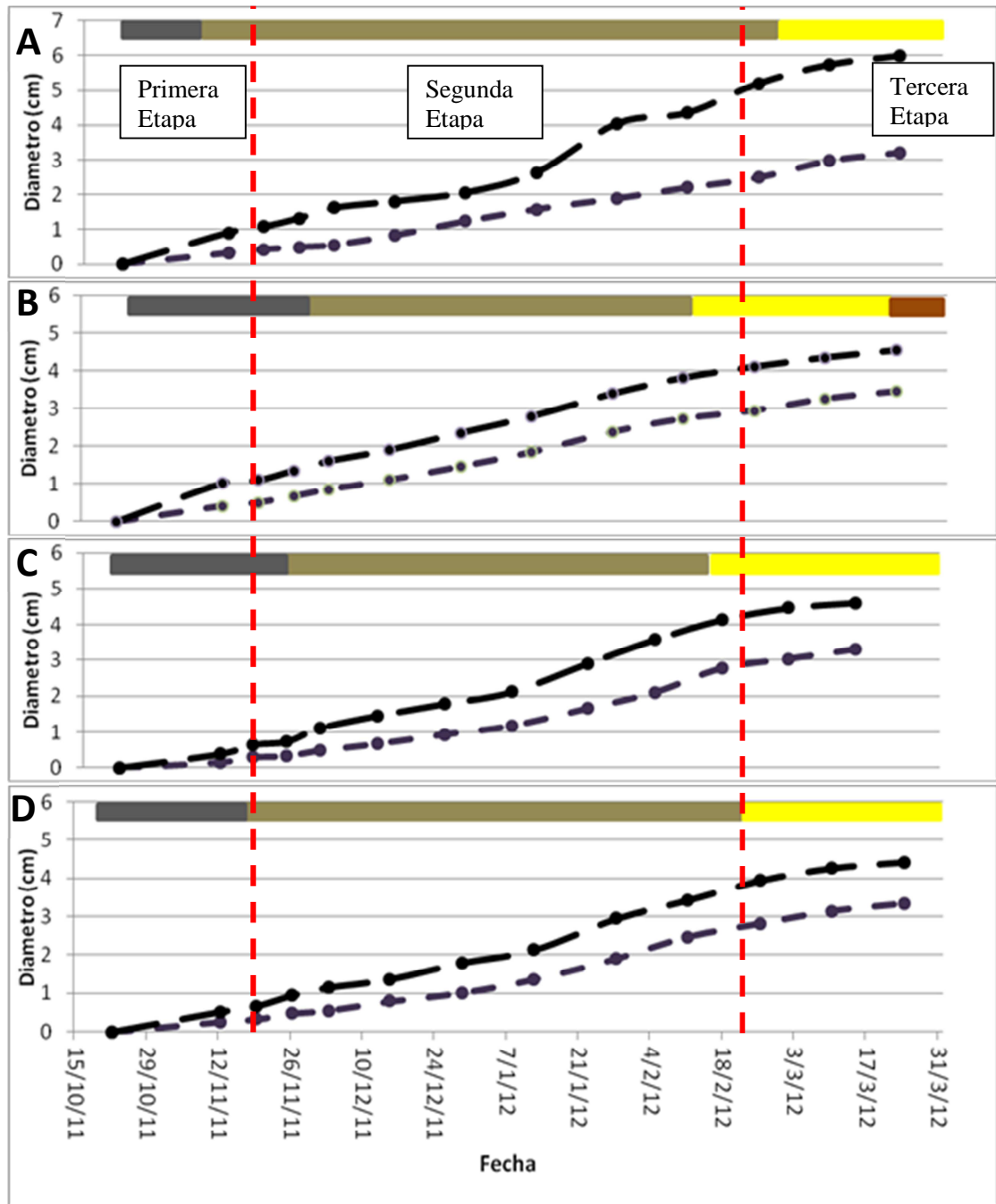
Con respecto a los eventos fenológicos, se observa en la var Maramec que el mayor aumento de tamaño ocurre principalmente en la etapa de crecimiento del fruto. La var Shoshoni, Starking Hardy y Desirable a diferencia de Maramec, presentan un crecimiento distribuido más uniforme entre las diferentes etapas, aunque con predominancia de la etapa de crecimiento del fruto.

La curva de crecimiento del fruto presenta tres etapas, aunque no estén siempre presentes en todas las variedades. La primera etapa, de crecimiento lento, abarca desde inicio hasta fin de floración; la segunda etapa, de crecimiento acelerado del fruto, comienza al finalizar la floración y termina cuando el endocarpio comienza a endurecer y la última etapa, donde disminuye la velocidad de crecimiento, comienza con el endurecimiento del endocarpio y finaliza cuando se alcanza el tamaño final del fruto. Estas tres etapas se pueden visualizar en todas las variedades excepto Shoshoni, en la cual el aumento de tamaño de los frutos ocurre a una tasa casi constante (figura 4).

Núñez Moreno *et al.* (2001) y Frusso (2007) también distinguen tres periodos de crecimiento del fruto, uno inicial lento, un segundo más acelerado (coincidente con el inicio y mediados del estado acuoso del fruto), un tercero y final donde comienza a disminuir la tasa de

aumento de tamaño hasta llegar al máximo (corresponde con el inicio del endurecimiento del endocarpio y el final del estado acuoso).

Figura N° 4: Diámetro ecuatorial (línea purpura) y longitudinal (línea negra) promedio de frutos en la variedad Maramec (A), Shoshoni (B), Starking Hardy (C) y Desirable (D) comparados con los eventos fenológicos. Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.



Referencia: ■ (receptividad de estigmas), ■ (crecimiento del fruto), ■ (llenado de fruto), ■ (apertura de fruto).

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE COSECHA

La cosecha de las plantas seleccionadas se realizó el 19 de mayo de 2012 (anexo VIII), momento en que se evidencio el 80% de frutos abiertos en las cuatro variedades.

En el cuadro 7 se puede observar el rendimiento del total de plantas analizadas en este estudio y cosechadas al final del ciclo. A pesar de haberse marcado al inicio del ensayo igual cantidad de plantas, solo produjeron frutos algunas de ellas. Esto se debe, presumiblemente, al inadecuado manejo de la plantación (anexo IX), lo que se refleja en una conducta altamente heterogénea en esa plantación.

La productividad promedio por planta es el dato que permite una cierta comparación entre variedades. La mayor productividad fue la de Shoshoni y Desirable, mientras que Maramec y Starking Hardy mostraron una producción por planta sustancialmente menor. Esta diferencia se debería a la precocidad y prolificidad características de cada variedad (Graukel y Thompson 2013).

Cuadro N° 7: Rendimiento por planta de cuatro variedades de Pecan en Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.

Variedad	Producción Promedio (kg pl⁻¹)
SHOSHONI	3,005
MARAMEC	1,09
STARKING HARDY	0,262
DESIRABLE	2,635

En el cuadro 8 se observan las características de las nueces de cada variedad, la humedad a cosecha y el rendimiento al descascarado. Analizando la cantidad de nueces por unidad de peso, se observa que Shoshoni fue la nuez más pequeña con un 22% más de nueces por kilogramo que el promedio (134 nueces kg⁻¹), siguiéndole Desirable con un 6% más, Maramec con un 8% menos que el promedio y la de mayor tamaño fue Starking Hardy con un 20% de nueces menos que el promedio.

Shoshoni fue la más variedad que más humedad presentó a cosecha, con un 203% más que Starking Hardy que fue la de menor contenido de humedad. Maramec fue la segunda, con un 122% más de humedad y Desirable con solo un 6% más de humedad que Starking Hardy.

Aunque Shoshoni fue la primera en llegar al estado de cosecha, fue también la que más humedad presentaba, lo que estaría relacionado a la gran cantidad de frutos que permanecieron adheridos a la planta. Esta situación se repitió con Maramec mientras que fue diferente con las dos variedades restantes, en las cuales un gran número de frutos fueron cosechados directamente del suelo.

Un porcentaje de humedad bajo, es un indicador de calidad para este fruto. Bajar cada punto de humedad de cosecha, para luego mantener la calidad, genera un gasto significativo.

La variedad de menor rendimiento al descascarado fue Starking Hardy y la de mayor rendimiento fue Maramec, con un rendimiento 17% superior, luego Shoshoni y Desirable con rendimientos del 13% y 1% superiores a Starking Hardy.

Cuadro N° 8: Numero de Nueces por kilogramo, porcentaje de humedad a cosecha y rendimiento al descascarado de cuatro variedades de pecan en Villa María (Córdoba), temporada 2011/12.

Variedad	N° nueces kg⁻¹	Humedad (%)	Rendimiento al descascarado (%)
Shoshoni	163,52	28,50	55,93
Maramec	122,96	20,88	57,99
Starking Hardy	107,31	9,40	49,41
Desirable	142,49	10,01	49,71

El tamaño y rendimiento al descascarado es un aspecto de gran importancia en la comercialización en forma de semilla o almendra. Sin embargo, en Argentina actualmente la comercialización se realiza a base de nuez entera, priorizando en este caso el tamaño de la nuez en el precio a lograr.

En el cuadro 9 se presentan los datos de características de nueces del presente trabajo en comparación con lo reportado por Graukel y Thompson (2013) para las mismas variedades.

Cuadro N° 9: Comparación de los parámetros de calidad de cuatro variedades de Pecan

Variedad	Plantación de Villa María		Graukel y Thompson. (2013)	
	N° nueces kg⁻¹	Rendimiento al descascarado (%)	N° nueces kg⁻¹	Rendimiento al descascarado (%)
Shoshoni	163,52	55,93	90	51
Maramec	122,96	57,99	97	59
Starking Hardy	107,31	49,41	172	58
Desirable	142,49	49,71	84	54

En la plantación de Villa María, solo Starking Hardy presentó frutos de mayor tamaño (menor número de nueces por kg.) y Shoshoni tuvo el mayor rendimiento al descascarado, el resto de las características fueron superiores en el trabajo de Graukel y Thompson (2013). Este comportamiento podría mejorarse ajustando el manejo a las necesidades reales del cultivo para que logre expresar su potencial productivo

El llenado de la nuez es un carácter multifactorial donde interviene el área foliar por fruto, la sanidad de la plantación, el tamaño promedio de la nuez, la producción del año anterior (vinculado a la vecería o alternancia), las condiciones climáticas y edáficas (vinculado a la fertilidad) (González Álvarez *et al.*, 2010). Estos factores definen rendimientos y calidades de nuez de las diferentes plantaciones. Tijerina *et al.* (2002) plantean que al iniciarse el crecimiento de los frutos, comienza una alta demanda de agua y nutrientes, por lo cual una escasez de estos insumos afectaría el tamaño de la nuez.

DINÁMICA DE LA PLANTACION DE PECAN

En la figura 6 se encuentra graficado los estados fenológicos, comenzando con el inicio de la primera variedad que presenta dicho estado y finaliza cuando la última variedad presenta ese evento. Además esta esquematizado el crecimiento de brotes y de frutos, tomando los diferentes momentos de crecimientos distinguidos anteriormente. Aquí se pueden determinar diferentes momentos o etapas en el periodo de crecimiento.

La primera etapa va desde el inicio del crecimiento hasta la definición del tamaño de los brotes. Paralelamente, se observa el inicio de la elongación de amentos, el inicio de la floración femenina y gran parte de la expansión foliar. Esta etapa ocurrió desde fines de setiembre hasta fines de octubre, periodo en que se determinara la capacidad fotosintética de la plantación. En este periodo es importante la cantidad de reservas que acumularon las plantas para la producción actual y la potencial del año siguiente.

La segunda etapa, es la floración, donde se definirá el potencial de nueces a producir en la campaña. Esta etapa se produce desde fines de octubre hasta fines de noviembre. En la misma es de gran importancia la coincidencia entre la floración masculina y femenina, permitiendo de esta forma la polinización de la gran mayoría de flores fértiles.

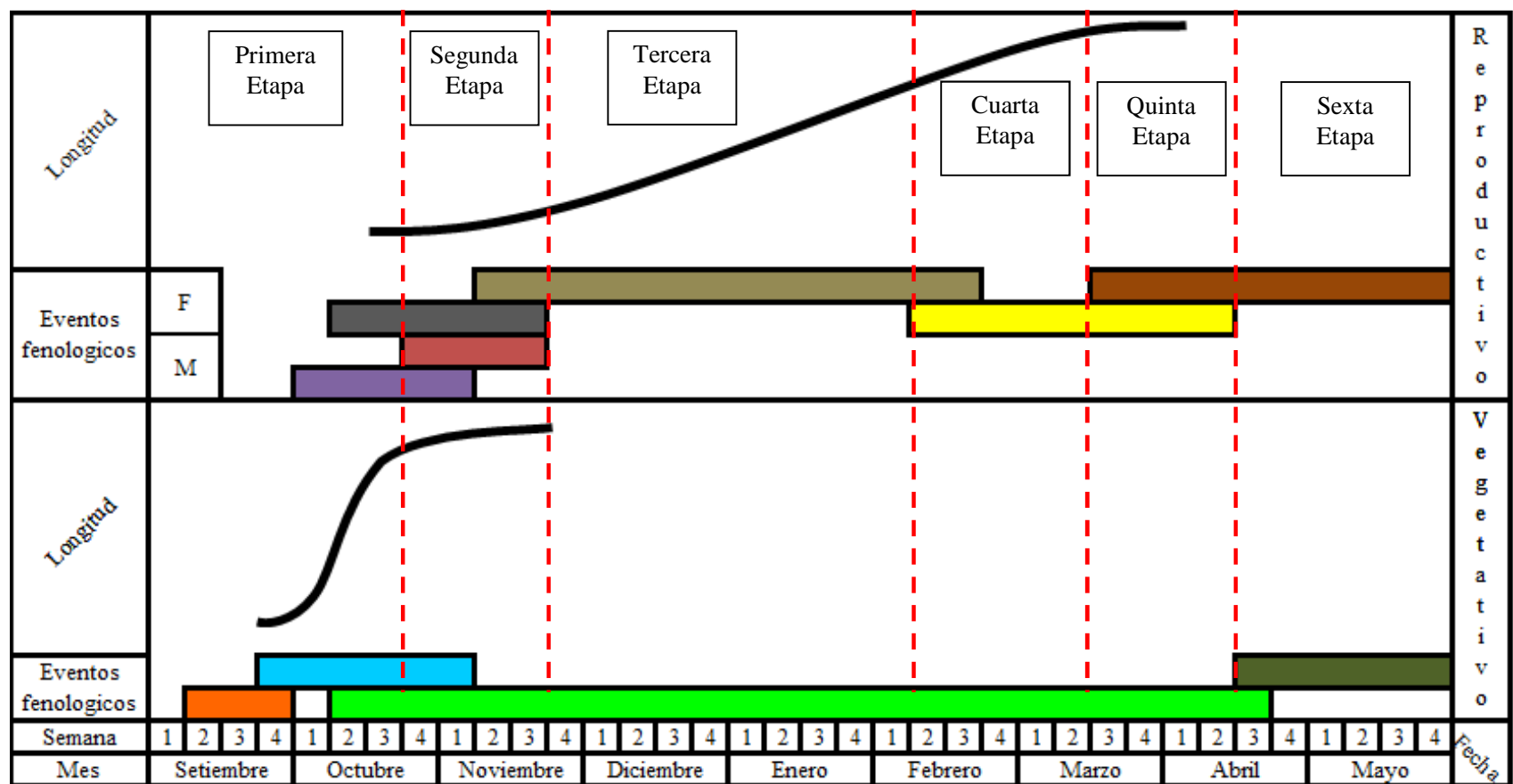
La tercera etapa es donde se produce el mayor aumento del tamaño de los frutos. Se produce desde fines de noviembre hasta principios de febrero. Aquí es importante la disponibilidad del recurso hídrico, debido a que el aumento se da principalmente por la incorporación de agua al fruto (estado acuoso).

La cuarta etapa inicia cuando comienza a endurecer el endocarpio, y termina cuando comienza a partirse el fruto. Se produce desde mediados de febrero hasta mediados de marzo, donde además el fruto comienza a disminuir su velocidad de crecimiento. Aquí es importante la cantidad de nutrientes y el área foliar de las plantas, ya que el agua que ingresó en la etapa anterior comienza a ser modificada por un líquido más viscoso (estado lechoso y pastoso), formado principalmente por hidratos de carbono.

La próxima etapa es la que le permite a la plantación incrementar sus reservas. Esta etapa inicia con la apertura del ruzno y termina con el inicio de la senescencia foliar, ocurriendo en esta plantación desde mediados de marzo hasta mediados de abril. Es importante la cantidad de área foliar, la que permite producir hidratos de carbono que formaran las reservas.

La última etapa es cuando comienza a caer las hojas, hasta que las plantas pierden totalmente la capacidad fotosintética y entran en reposo. Esta etapa ocurrió desde mediados de abril hasta fines de mayo.

Figura N° 6: Dinámica general de la plantación de Pecan en Villa María (Córdoba) en la temporada 2011/12.



Referencias: M (masculino), F (femenino), ■ (desarrollo de yema), ■ (expansión de hojas), ■ (tamaño final de hojas) ■ (senescencia), ■ (elongación de los amentos), ■ (liberación del polen), ■ (receptividad de estigmas), ■ (crecimiento del fruto), ■ (llenado de fruto), ■ (apertura de fruto).

CONCLUSIONES

La plantación con cuatro variedades de nuez pecan, presentó una dinámica compleja, superponiéndose, en un determinado momento, diferentes estados fenológicos y etapas del crecimiento de frutos y brotes, entre variedades y dentro de cada una de ellas.

Las etapas en las cuales mayor diferencia fenológica se detectó entre las variedades fueron: “inicio del desarrollo de yemas”, “inicio de la expansión foliar” y el periodo que va desde “inicio de partidura de fruto hasta el comienzo de la senescencia foliar”.

Las variedades Maramec y Shoshoni fueron las de mayor y menor tiempo de desarrollo de brotes.

Shoshoni presentó el mayor tiempo entre madurez de cosecha (partidura del fruto) y senescencia foliar, permitiendo una mayor acumulación de reservas.

La variedad más productiva fue Shoshoni, por su alta producción por planta y rendimiento al descascarado, aunque presentó el inconveniente de un menor tamaño de nuez.

Maramec presentó nueces de gran tamaño y con un alto contenido de almendra, pero su producción por planta fué baja.

Starking Hardy fue la que presentó el peor comportamiento, caracterizado por una escasa producción y un bajo rendimiento al descascarado. El aspecto positivo es el mayor tamaño de la nuez.

Desirable presentó alta producción de nuez por planta pero con un bajo rendimiento al descascarado y un tamaño de nuez intermedio entre Shoshoni y Maramec.

Una plantación de nuez pecan con distintas variedades presenta la ventaja de la obtención de distintas producciones y calidades para ubicar en los mercados demandantes de este fruto. Sería importante en futuros trabajos continuar con registros fenológicos y productivos ajustando el manejo a las reales demandas de las variedades para que logren expresar su potencial productivo.

BIBLIOGRAFIA

BIOLATTO, A.; CARDUZA, F.; DESCALZO, A.; GRIGIONI, G. Y L. ROSSETTI. 2007. Estabilidad oxidativa y su relación con la vida útil, valor nutricional y aspectos sensoriales de nuez Pecán. Capitulo XVII.I pp 1-9. **En:** Lavado, R. & Frusso, E. (eds.). La Producción de Pecán en Argentina. Versión CD.

BORBON SOTO, J.; GRAGEDA, J.; SABORI PALMA, R.; SAMANIEGO RUSSO, J. Y E. SANCHEZ. 2007. Fenología y producción de dos variedades de nogal pecanero en el sur de sonora. XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Zacatecas, Zac. México. pp 80.

CASAUBON, E. 2007. Guía para la plantación de pecan. Capítulo VII. Pp 1-16. **En:** Lavado, R. & Frusso, E. (eds.). La Producción de Pecán en Argentina. Versión CD.

CRUZATE, G. Y L. GÓMEZ. 2007. Aptitud de los suelos argentinos para el pecan (*Carya illinoensis*). Capítulo V. pp 1-9. **En:** Lavado, R. & Frusso, E. (eds.). La Producción de Pecán en Argentina. Versión CD.

DABUL, M.E. 2007. Cosecha, almacenamiento y acondicionamiento de la nuez pecán. XVII. pp 1-18. **En:** Lavado, R. & Frusso, E. (eds.). La Producción de Pecán en Argentina. Versión CD.

FRUSSO, E. 2007. Características morfológicas y fenológicas del pecán. Capítulo III. Pp 1-18. **En:** Lavado, R. & Frusso, E. (eds.). La Producción de Pecán en Argentina. Versión CD.

GILL ALBERT VELARDE, F. 1989. Tratado de arboricultura Frutal. Vol. I, Morfología y fisiología del árbol frutal. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, España.

GRAUKE L.J. Y T.E. THOMPSON. 2013. Pecan Cultivars, Alphabetic Search by Cultivar Name. Consultado en <http://aggie-horticulture.tamu.edu/CARYA/PECANS/cvintro.htm>.

GONZALEZ ALVAREZ, M.; SALCEDO MARTINEZ, S.M.; VARGAS LOPEZ, V.R.; PEREZ QUINTANILLA, S.N. Y M.N BONILLA Y FERNANDEZ. 2010. Cultivo del Nogal Pecanero *Carya illinoensis* (Wangernhchim) K. Koch en Nuevo León. Universidad Autónoma Nuevo León, México.

HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, O.; LÓPEZ-OCHOA, G.; MARTÍNEZ-TÉLLEZ, J. Y D. OJEDA-BARRIOS. 2009. Evolución de los sistemas de producción de nuez en México. *Tecnociencia Chihuahua México*, Vol. III (N° 3): 115-120.

INASE. 2011. Catálogo nacional de cultivares pp 1-388. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS. Argentina

En: www.inase.gov.ar/index.php?option=com_remository&itemid=102&func=select&id=14&lang=es. Consultado 06/07/2011.

INTA. 2011. Nuez Pecan (*Carya illinoensis*). EE Agropecuaria Delta del Paraná. En: www.inta.gov.ar/delta/propecan/pecan.htm. Consultado 02/07/2011.

LÓPEZ, E.; PÉREZ, S. Y E. SIERRA. 2007. Agroclimatología del pecán (*Carya illinoensis*) en la argentina. Capítulo IV. Pp 1-10. En: Lavado, R. & Frusso, E. (eds.). La Producción de Pecán en Argentina. Versión CD.

LOS PECANES. 2011. Plantas. Variedades de pecan. Vivero Los Pecanes. En: www.lospecanes.com.ar/nueces-viveros-boutique/vivero/plantas. Consultado 18/08/2011.

MADERO, E. 2003. La nuez de pecan. Revista IDIA XXI N° 5:78-82.

MADERO, E. 2007 a. Antecedentes históricos del pecán en el mundo y la argentina. Capítulo I. pp 1-5. En: Lavado, R. & Frusso, E. (eds.). La Producción de Pecán en Argentina. Versión CD.

MADERO, E. 2007 b. El mercado mundial de pecan. Capítulo II. Pp 1-15. En: Lavado, R. & Frusso, E. (eds.). La Producción de Pecán en Argentina. Versión CD.

MADERO, E.; FRUSSO, E.A. Y E. CASSAUBON. 2007. Manejo del Cultivo pecan. Capítulo XII. Pp 1-5. En: Lavado, R. & Frusso, E. (eds.). La Producción de Pecan en Argentina. Versión CD.

MARTINEZ-RODRIGUEZ, O.A. Y M.A VILLEGAS- VIAÑA. 2001. Efecto de la Longitud y tipo de Brote en Rendimiento de Nogal Pecanero. Universidad Autónoma de Chapingo

NUÑEZ MORENO, J.H.; VALDEZ GASCON, B., MARTINEZ DIAZ, G. Y E. VALENZUELA CORNEJO. 2001. El Nogal Pecanero en Sonora. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria.

ROIG, F. 1992. Frutales raros cultivados en Mendoza. Rev. Multequina 1: 147-162.

RODRIGUEZ LARA, J.C. Y C. RODRIGUEZ LARA. 2005. Manual del Nogalero CR Tomo I. Provedora Agropecuaria de Cohauila S.S.

SADY GARCÍA, B.; TOMASSINI, L. Y L. GARCÍA. 2004. Incremento estacional de biomasa en el cultivo del pecadero (*Carya illinoensis* (Wangenh) C. Koch) cv Mahan en el valle de ICA. Anales Científicos UNALM: 72-83. Publicación de La Universidad Nacional Agraria La Molina. Editor Hugo Vega Cadima. Editorial Agraria. Lima Peru. 162 p.

SAMMIS, T.M.; MEXAL, J.G Y D. MILLER. 2004. Evapotranspiration of flood-irrigated pecan. *Agricultural Water Management* 69 (2004) pág. 179-190. Science Direct

SOZZI, G. 2007. Árboles Frutales. Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento. Ed. Facultad de Agronomía (UBA), Argentina. 848 p.

TIJERINA CHAVEZ, A.D.; NAVA CAMBEROS, U.; FIGUEROA VIRAMONTES, U.; GODOY AVILA, S.; CANO RIOS, P.; GODOY AVILA, C.; ESPINOZA ARELLANO, J.J. Y G. NUNEZ HERNANDEZ. 2002. Tecnologías de Producción en Nogal Pecanero. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

VALENTINI, G.; DAORDEN, M. Y L. ARROYO. 2014. Características de variedades de nogal Pecán en evaluación en la EEA San Pedro. En: http://inta.gob.ar/documentos/caracteristicas-de-variedades-de-nogal-pecan-en-evaluacion-en-la-eea-san-pedro/at_multi_download/file/gv_1003.pdf. Consultado: marzo 2014.

ANEXOS

ANEXO N° I: Plano de sectorización y disposición varietal de la plantación de pecan en Villa María

N

CALLE DE ACCESO									
FILA DE TUNAS	A1	F	C1	D1	F	F1	F	F	I1
	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	F	I2
	A3	B3	C3	D3	E3	F	F	H3	I3
	A4	B4	C4	F	E4	F4	G4	H4	F
	A5	B5	C5	D5	E5	F5	G5	F	F
	F	B6	C6	D6	F	F	G6	H6	I6
	A7	B7	C7	F	F	F7	F	H7	I7
	A8	F	C8	D8	E8	F8	G8	H8	I8
	F	B9	C9	F	E9	F9	G9	H9	I9
	F	B10	C10	D10	E10	F10	G10	H10	I10
	A11	B11	C11	D11	F	F11	G11	H11	I11
	A12	B12	C12	D12	F	F12	G12	F	I12
	A13	B13	C13	D13	F	F13	G13	H13	I13
CORTINA CIPRES									



















	Plantas sin identificar
F	Fallos
	Maramec
	Starking hardy
	Shoshoni
	Desirable

Letras= Columnas






Números= Filas

ANEXO N° II: Cronograma de inicio de brotación de las variedades de pecan





Yema dormida		10/09/11
--------------	--	----------

Fecha	Shoshoni		Starking Hardy		Maramec	Desirable
17/09/11	A8		B5	B11	D12	G5
						
24/09/11	A4	A8	B5	D2	B2	C10
						
11/10/11	A4		B5	B11	D12	B5
						







ANEXO N° III: Cronograma de aparición de la inflorescencia masculina con y sin liberación de polen de las variedades de pecan

Amento sin liberación polen (22/10/11)	Amento con liberación de polen (29/10/11)	Amento con todo el polen liberado (12/11/11)
		
		

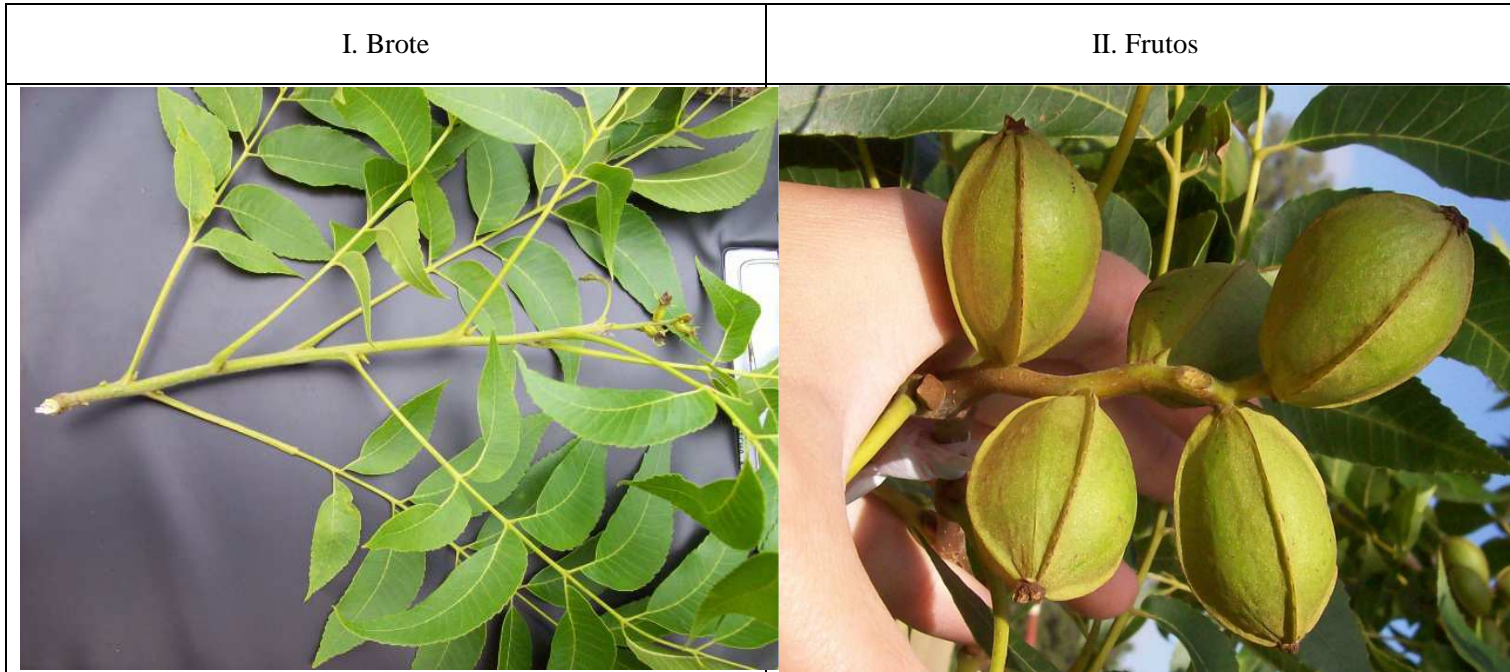
ANEXO N° IV: Cronograma de aparición de la inflorescencia femenina de las variedades de pecan

Maramec (29/10/11)	Desirable (29/10/11)	Starking Hardy (29/10/11)	Shoshoni (29/10/11)
			





ANEXO N° V: Cuajado del fruto en las variedades de pecan

Shoshoni (12/11/11)	Maramec (12/11/11)	Starking Hardy (03/12/11)	Desirable (03/12/11)
			
			

ANEXO N° VI: Detalle de un brote y frutos de pecan








ANEXO N° VII: Secuencia de crecimiento de frutos de pecan

Estado Acuoso	Estado Lechoso	Estado lechoso-pastoso	Apertura del fruto
			
26/02/12	26/02/12	12/03/12	24/03/12

ANEXO N° VIII: Cosecha de Pecan



ANEXO N° IX: Inconvenientes detectados en la plantación de Pecan

Ataque de hormigas	22/10/11	29/10/11	Ataque de aves	12/02/12
				
Deficiencia de Zinc	12/02/12		Ataque de chupadores	26/02/12
				
Falta de poda	