

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**CARACTERIZACIÓN DE LA NUEZ PECAN "*CARYA ILLINOINENSIS*" Y SUS
PERSPECTIVAS DE COMERCIALIZACIÓN EN EL URUGUAY**

por

Virginia TAKATA VIDAL

Victoria VARELA GARCIA PINTOS

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

MONTEVIDEO

URUGUAY

2013

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Arg. Gianfranca Camussi

Ing. Arg. Roberto Zoppolo

Ing. Arg. Antonio Formento

Fecha:

15 de marzo de 2013

Autor:

Virginia Takata Vidal

Victoria Varela García Pintos

AGRADECIMIENTOS

Con este trabajo de tesis finalizamos una etapa importante en nuestras vida y sí bien este trabajo tiene dos autoras, no mentiría al decir que hay mucha gente, que de alguna u otra forma, tienen una participación en este proceso. Por eso queremos agradecer.

En primer lugar agradecer a nuestras familias quienes siempre nos apoyaron y alentaron a seguir adelante en nuestra carrera, que si ellos no hubiéramos podido llegar al final.

Agradecerles en especial a nuestra directora de tesis Gianfranca, Camussi quien desde el primer día estuvo presente, quien nos motivó, insistió, y cuestiono en cada etapa de la tesis. A Roberto Zoppolo, quien nos tuvo mucha paciencia y siempre estuvo presente ante cualquier problema o consulta. Antonio Formento quien leyó detalladamente y aconsejo sobre el contenido de la tesis. A la Familia Estable quienes nos permitieron durante un año poder acceder a la plantación de pecan sin ningún tipo de problema. Al encargado del Campo Pablo quien nos ayudó durante el año en ensayo.

TABLA DE CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| PÁGINA DE APROBACIÓN..... | II |
| AGRADECIMIENTOS..... | III |
| LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES..... | VII |
| | |
| 1. <u>INTRODUCCIÓN</u> | 1 |
| 1.2 OBJETIVOS GENERALES..... | 1 |
| 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 1 |
| 2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> | 3 |
| 2.1 ASPECTOS GENERALES..... | 3 |
| 2.1.1 <u>Origen</u> | 3 |
| 2.1.2 <u>Característica botánica</u> | 3 |
| 2.1.2.1 Clasificación taxonómica..... | 3 |
| 2.2 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS DEL PECAN..... | 5 |
| 2.3 CONDICIONES EDAFO-CLIMÁTICAS EN EL PAÍS..... | 9 |
| 2.4 ANTECEDENTES SOBRE EL CULTIVO DEL PECAN EN EL MUNDO, LA REGIÓN Y EN EL URUGUAY..... | 10 |
| 2.4.1 <u>Mercado mundial del pecan</u> | 10 |
| 2.4.1.1 Antecedentes..... | 10 |
| 2.4.1.2 Países productores..... | 11 |
| 2.4.2 <u>El cultivo de pecan a nivel regional</u> | 17 |
| 2.4.3 <u>Mercado nacional</u> | 19 |
| 2.5 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE | |

| | |
|---|----|
| LA NUEZ PECAN..... | 20 |
| 2.5.1 <u>Estabilidad oxidativa y su relación con la vida útil</u> | 22 |
| 2.6 CICLO FENOLÓGICO REPRODUCTIVO..... | 24 |
| 2.6.1 <u>Ciclo fenológico del cultivo</u> | 24 |
| 2.6.1.1 Desarrollo vegetativo..... | 25 |
| 2.6.1.2 Desarrollo reproductivo..... | 26 |
| 2.6.1.3 Etapa de senescencia..... | 35 |
| 2.7 COSECHA, POST COSECHA, ALMACENAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO..... | 36 |
| 2.8 ALTERNANCIA EN LA PRODUCCIÓN DEL NOGAL PECAN..... | 37 |
| 2.9 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO..... | 38 |
| 2.10 TIPOLOGÍA DE FRUTOS..... | 39 |
| 2.11 CARACTERÍSTICAS DE LOS MÁS UTILIZADOS EN EL PAÍS..... | 41 |
| 3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> | 47 |
| 3.1 MATERIALES..... | 47 |
| 3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 49 |
| 3.2.1 <u>Relevamientos realizados</u> | 49 |
| 4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> | 51 |
| 4.1 CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA EN EL PERIODO DE ESTUDIO..... | 51 |
| 4.1.1 <u>Acumulación de unidades de frío</u> | 51 |
| 4.1.2 <u>Precipitación</u> | 53 |
| 4.1.3 <u>Humedad relativa</u> | 57 |
| 4.2 PLAGAS, ENFERMEDADES Y DESÓRDENES NUTRICIONALES..... | 58 |

| | |
|---|-----|
| 4.3 ANÁLISIS DE LAS FASES ANUALES: | |
| VEGETATIVA Y REPRODUCTIVA..... | 58 |
| 4.3.1 <u>Brotación y floración</u> | 58 |
| 4.4 FRUCTIFICACIÓN..... | 66 |
| 4.5 COSECHA Y POST-COSECHA..... | 71 |
| 4.5.1 <u>Post cosecha y acondicionamiento</u> | |
| <u>a nivel país</u> | 76 |
| 4.6 MORFOLOGÍA DE LOS FRUTOS..... | 78 |
| 4.6.1 <u>Descripción de los frutos</u> | 79 |
| 4.7 ESTUDIO DEL MERCADO EN EL URUGUAY..... | 86 |
| 4.7.1 <u>Formas de presentación</u> | 89 |
| 4.7.2 <u>Calidad organoléptica y comercialización</u> | 91 |
| 4.7.3 <u>Decisión del productor: ¿vender nueces</u> | |
| <u>enteras o nueces peladas?</u> | 92 |
| 4.7.4 <u>Competencia en el mercado entre la</u> | |
| <u>nuez pecan y la nuez Europea</u> | 93 |
| 4.7.5 <u>Producción en Uruguay</u> | 94 |
| 4.7.6 <u>Perspectivas de comercialización</u> | |
| <u>en Uruguay</u> | 96 |
| 5. <u>CONCLUSIONES</u> | 97 |
| 5.1 <u>CONSIDERACIONES FINALES</u> | 98 |
| 6. <u>RESUMEN</u> | 100 |
| 7. <u>SUMMARY</u> | 101 |
| 8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> | 102 |
| 9. <u>ANEXOS</u> | 115 |

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

| Cuadro No. | Página |
|---|--------|
| 1. Principales países productores de pecan..... | 11 |
| 2. Composición nutricional de la nuez Pecan..... | 21 |
| 3. Ocurrencia de Frio invernal 2011..... | 52 |
| 4. Demanda hídrica del Pecan..... | 54 |
| 5. Datos de evaporación de Tanque A..... | 55 |
| 6. Humedad relativa periodo setiembre 2011 -Febrero 2012..... | 57 |
| 7. Porcentaje de cuajado..... | 65 |
| 8. Números promedio de frutos presentes en las ramas en estudio de los diferentes árboles..... | 68 |
| 9. Kilos de nueces cosechadas..... | 73 |
| 10. Kilos por plantas en cosecha y luego de cincuenta días de conservación..... | 75 |
| 11. Características de los frutos..... | 79 |
| 12. Precio promedio por Kg de nuez..... | 86 |
| 13. Precio promedio del kilo de nuez con y sin cáscara de mayoristas y minorista..... | 88 |
| 14. Ingreso por hectárea nueces vendidas con cáscara..... | 93 |
| 15. Ingreso por hectárea nueces vendidas sin cáscara..... | 93 |
| 16. Precio comparativo de <i>Juglands regia</i> vs <i>Carya illinoiesis</i> en dos cadenas de | |

| | |
|---|----|
| supermercados en la temporada 2012..... | 94 |
|---|----|

Figura No.

| | |
|---|----|
| 1. Precio Promedio Exportaciones US\$\Kg periodo 2006/2010..... | 13 |
| 2. Precio Promedio Importaciones US\$\Kg periodo 2006/2010..... | 14 |
| 3. Producción, stocks y precio del pecan en EEUU, con cáscara..... | 15 |
| 4. Evolución de la superficie (ha) y producción (tt) en México..... | 16 |
| 5. Valor de la Producción en México..... | 17 |
| 6. Fenología de la Nuez Pecan..... | 24 |
| 7. Brotes en desarrollos que muestran tres amentos de cada lado..... | 26 |
| 8. Diferentes fases del desarrollo del Fruto..... | 30 |
| 9. Evolución del largo y ancho del fruto..... | 31 |
| 10. Crecimiento y Desarrollo del Fruto..... | 32 |
| 11. Estado de desarrollo y contenido de glúcidos en las hojas..... | 34 |
| 12. Estándares utilizados para la descripción de cultivares en EEUU..... | 40 |
| 13. Localización del monte de Pecan en estudio..... | 47 |
| 14. Precipitaciones ocurridas entre setiembre 2011 y marzo 2012 y promedios históricos 1990/2012..... | 53 |
| 15. Balance hídrico del período mayo 2011 | |

| | |
|--|----|
| a marzo 2012..... | 56 |
| 16. Calendario de Brotación..... | 59 |
| 17. Escala de floración según grupo de planta con similar comportamiento..... | 61 |
| 18. Forma de dicogamias que presenta el pecan..... | 63 |
| 19. Crecimiento de largo y ancho de frutos esférico..... | 70 |
| 20. Crecimiento en largo y ancho de frutos alargados..... | 70 |
| 21. Control de Peso de 20 frutos, en gr. | 74 |
| 22. Precio promedio por Kg de nuez con y sin cáscara..... | 89 |
| 23. Precio de venta de nuez sin cáscara según, peso, forma y envase..... | 91 |

Foto No.

| | |
|---|----|
| 1. Diferentes estados de brotación..... | 60 |
| 2. Amentos masculinos..... | 62 |
| 3. Amentos desarrollados, que liberaron polen con la caída posterior de los amentos..... | 62 |
| 4. Inflorescencia Femenina..... | 64 |
| 5. Flores cuajadas..... | 66 |
| 6. Frutos por rama..... | 67 |
| 7. Apertura de Ruezno..... | 72 |
| 8. Cosecha y Almacenamiento..... | 72 |
| 9. Camas de secado..... | 77 |
| 10. Bolsas de secado y camas de secado..... | 78 |

| | |
|--|----|
| 11. Frutos de los árboles 1 y 22..... | 80 |
| 12. Frutos de los árboles 4, 5, 16 y 17..... | 80 |
| 13. Frutos de los árboles 6, 7, 21 y 23..... | 81 |
| 14. Frutos de los árboles 8 y 13..... | 81 |
| 15. Frutos de los árboles 9, 10 y 14..... | 82 |
| 16. Frutos de los árboles 18 y 19..... | 83 |
| 17. Frutos del árbol 15..... | 83 |
| 18. Frutos del árbol 2..... | 84 |
| 19. Frutos del árbol 3..... | 84 |
| 20. Frutos del árbol 20..... | 85 |
| 21. Frutos del árbol 12..... | 86 |
| 22. Nueces sin cáscara corte mariposa..... | 90 |
| 23. Nueces industrializadas..... | 90 |

1 INTRODUCCIÓN

En Uruguay el pecan, *Carya Illinoensis* es cultivado como un frutal alternativo no tradicional. Por no demandar demasiados cuidados y por tratarse de un fruto seco relativamente nuevo para nuestras condiciones, se ha venido manifestando un interés creciente en su cultivo, porque genera un ingreso que puede resultar rentable frente a otras especies frutales más tradicionales.

La nuez pecan está incluida en la pirámide nutricional de la Guía de alimentos del Departamento de Agricultura de EE.UU, junto con la carne, el pescado, los huevos y las legumbres, dentro del grupo de alimentos de alto valor proteico. Es un producto natural de alta calidad recomendado en pacientes con problemas oncológicos y cardiológicos y tiene alto contenido de nutrientes (proteínas, fósforo, calcio, hierro, potasio y vitaminas A, B1, B2, B3, C y E) y ácidos grasos monoinsaturados. Es recomendada por los médicos para reducir el colesterol malo y ayudar a mantener baja la presión sanguínea.

En nuestro país existen poblaciones, con material introducido desde otros países, a partir de la década de los 60, bajo la forma de árboles. En 1998 en Argentina se creó el proyecto ProPecan, mediante acuerdo entre el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), para investigar y difundir información sobre la especie, como respuesta al gran interés por el cultivo que se detecta en la región. A partir de 2009 se realiza en el INIA Las Brujas el primer curso sobre producción de pecan, en el cual participaron más de 100 personas, entre ellos productores con plantaciones de más de 20 años.

1.2 OBJETIVOS GENERALES

El presente trabajo, requisito para obtener el título de grado, tiene como objetivo caracterizar el ciclo tanto vegetativo como reproductivo del nogal Pecan (*Carya Illinoensis*) en la región sur de Uruguay y analizar las perspectivas de comercialización de la nuez en nuestro país.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el ciclo fenológico del pecan, en sus fases vegetativa y reproductiva.

- Evaluar el comportamiento productivo, de un monte comercial en producción.
- Establecer las oportunidades de comercialización de la nuez Pecan en el mercado uruguayo.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS GENERALES

2.1.1 Origen

La nuez Pecan, *Carya illinoensis*, es una especie de la familia botánica Juglandácea, a la que también pertenece el nogal común (*Juglans regia*).

Es nativa del sureste de Estados Unidos y del norte de México y crece principalmente en el valle del Río Mississippi. Dentro de esta región se extiende hacia el oeste, Kansas oriental y Texas central, y hacia el este Mississippi occidental y Tennessee occidental. En México se localiza en la parte nororiental y central (Peterson, 1990).

Su hábitat son las planicies inundables del río Mississippi, en Ohio y Missouri y del río Colorado, en Texas y los valles de los principales ríos del noreste de México.

Su nombre Pecan o Pecana deriva del vocablo indígena Algonquin "Pakan", lo que describe como "la nuez que requiere una piedra para romper". La etimología de la palabra *Carya*, nombre latín de género del nogal hace alusión a la hermana de Dion, rey de Laconia, que según la mitología romana fue convertido en nogal por el dios Baco.

2.1.2 Característica botánica

2.1.2.1 Clasificación taxonómica

Orden Juglandales

Familia Juglandácea

Género *Carya*

Especie *illinoensis* (Wangenh.) Koch

Carya illinoensis es un árbol diploide perteneciente a la familia Juglandácea. Se trata de plantas dicotiledóneas de raíz pivotante muy

desarrollada, y cuya parte aérea puede alcanzar una altura de hasta 50m., con un diámetro de tronco de hasta 2m. Presenta forma simpodial y en ocasiones policotómico. Es de copa amplia y muy frondosa, La corteza es gruesa, agrietada vertical y desordenadamente, de color gris oscuro en las ramas y en los troncos (Aragón, 2004).

Se caracteriza por ser un árbol multipropósito debido a que tiene importancia como frutal, por la producción de nuez y como especie forestal, por su madera y producción de sombra. Es utilizado además como especie ornamental por su porte majestuoso y el colorido de sus hojas. Presenta una madera semipesada de buena calidad, elástica, utilizada para ebanistería, parquets, cabos de herramientas y madera terciadas (Frusso, 2007).

Su follaje es caduco, de hojas compuestas, alternas, imparipinadas, de 11 a 17 folíolos ovales, de color verde brillante en el haz y un verde más claro en el envés, con pecíolo de forma oblonga, hojas o folíolos lanceoladas, acuminadas con bordes aserrados, con longitudes entre 10 a 17 cm, pubescentes cuando jóvenes y glabras en la madurez, excepto en las nervaduras; al frotarlas expiden un olor característico entre los dedos (Herrera, 2004).

Es una planta monoica que presenta dicogamia, produce flores femeninas y masculinas en el mismo pie pero en lugares separados y maduran en distinto momento. En general, primero maduran las flores masculinas (protándria), que se sitúan en la parte media de las ramas y después las femeninas que están situadas en las partes terminales de las mismas. En algunos cultivares ocurre lo contrario, primero maduran las flores femeninas (protógina), por lo que es deseable combinar variedades en un mismo monte para lograr polinización cruzada (Aragón, 2004).

Las flores femeninas se disponen en una inflorescencia formando un racimo. Son pistiladas y se originan en la zona terminal de los brotes del año. Presentan estigma bífido sobre un disco estigmático rodeado de tres bractéolas y una bráctea. Esta última se encuentra fusionada en la base formando el involucreo o ruezno. La inflorescencia femenina está compuesta por flores sésiles en números que oscilan entre 3 y 10 (Brioson 1992, Frusso 1997).

La inflorescencia masculina, de color verdoso, está compuesta por amentos péndulos unidos por un pedúnculo. Estos amentos se disponen sobre

el tercio apical de las 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 (Brisson 1992, Frusso 1997). Producen hasta 32 billones de granos de polen/árbol. Hay más de 15000 amentos por árbol (Woodroof, 1924), los cuales están disponibles para polinizar.

La polinización es cruzada y anemófila, el viento transporta los granos de polen desde los amentos ya maduros de un cultivar polinizador, hasta otro cultivar con las flores femeninas maduras en ese momento, para que se produzca la polinización y posterior fecundación (Lemús, 2004).

El fruto es una drupa seca que puede aparecer agrupado sobre un pedúnculo corto, de uno a cuatro. Son de forma oblonga y elipsoide teniendo de 3 a 5 cm de largo. Se constituye de un embrión (parte comestible), un endocarpio duro, liso, delgado y puntiagudo (cáscara de la nuez), de color pardo, dividido en dos mitades simétricas, que encierra la semilla, desprovistas de albura y con dos cotiledones gruesos, comestibles y muy oleaginosos. Un epicarpio fino y liso de color verde con pintas negruzcas y el mesocarpio correoso y caedizo, carnosos. Estos son caedizos y se abren a la madurez formando cuatro valvas longitudinales (rueznos) (Brisson 1992, Frusso 1997, Aragón 2004).

2.2 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS DEL PECAN

El pecan crece y se desarrolla en un clima húmedo. El mínimo de precipitación anual que tolera es aproximadamente 750 mm, mientras que el máximo se ubica en el orden de los 2000 mm. Durante la estación de crecimiento deben producirse por lo menos 500 mm de precipitación.

La temperatura media del verano puede alcanzar por lo menos hasta 27°C, con valores extremos entre 41 y 46°C. La temperatura media del invierno varía entre -1 y 10 °C con extremos entre -18 y -29°C (Peterson, 1990).

Si bien se cultiva con éxito en climas que varían entre muy húmedos a muy secos y cálidos, esos ambientes influyen definitivamente en su crecimiento.

En las temporadas con registros de lluvia menores a 750 mm, expresarían bajo crecimiento y calidad (Sierra et al., 2001), por lo que sería, necesario emplear riego, aún en los ambientes más húmedos, siendo este una eficaz medida para estabilizar el rendimiento (Madero, 2009a).

En las regiones estadounidenses de clima seco, el pecan crece más lentamente y sus copas son más compactas que la de los arboles cultivados en clima más húmedos.

Dado que la polinización es anemófila, la humedad relativa del ambiente en época de polinización no puede ser superior al 80%, ya que dificulta la liberación del polen, provocando menor producción.

El viento puede afectar el cultivo, ciertos cultivares son susceptibles a roturas de las ramas por el viento, sobre todas aquellas que no han sido bien conducidas.

El pecan necesita largo períodos libre de heladas, entre 180 a 220 días desde que comienza la brotación en primavera hasta la madurez de los frutos en otoño (Casaubon, 2007). Al igual que otros frutales caducifolios, al desarrollarse en su hábitat natural, es raramente dañado por el frío, ya que a lo largo de su evolución ha desarrollado mecanismos fisiológicos que le permiten permanecer en dormancia y sobrevivir aun a inviernos muy severos (Wolstenholmed, citado por Lombardini, 2009). Para volver a brotar, debe satisfacer las necesidades de frío. Una vez satisfechas estas necesidades el inicio, el durante y el final del brotado va acompañado por cambios hormonales reguladores de crecimiento y del metabolismo.

Los requerimientos de frío invernal fluctúan entre 400 a 800 horas bajo 7.2°C (Weinberger, 1950), según el cultivar, para romper la dormición y empezar su brotación. De no cumplirse con estos requerimientos, la brotación es pobre, ocurre una alta caída de frutos por flores mal formadas, y por consecuencia se obtiene una baja producción. Cuando la acumulación de horas de frío supera las 500 horas, se obtienen rendimientos mayores que cuando se acumulan solo 300 horas (Lemús, 2004).

El suelo es un factor esencial para el cultivo del nogal Pecan. La especie prefiere suelos profundos, permeables y sueltos, de textura media (Franco-Limosos; Franco arcillo-arenosos; Areno-limosos), bien drenados y ricos en nutrientes. El pH óptimo se ubica entre 5,5 a 6, con un rango aceptable de hasta 7. Sin embargo la presencia de alto contenido de carbonato de calcio en el suelo puede provocar fitotoxicidad en las hojas y síntomas de falta de hierro (Lemús, 2004).

Como la raíz del nogal es pivotante, la profundidad del suelo es importante porque significa la cantidad de suelo con que cuenta la planta para el crecimiento de su raíz. Suelos profundos y sueltos facilitan el desarrollo de un sistema radical importante, que le permite a la planta sustentar en el futuro crecimientos importantes con altas producciones de frutos, y soportar los vientos fuertes. Puede alcanzar una profundidad de raíces de hasta 10 metros, en suelos sin limitantes físicas, aunque casi el 85% de absorción se encuentra hasta los 1,2 metros del sistema radicular radical (Casaubon, 2007).

Los suelos poco profundos dificultan el desarrollo radical de estos árboles, retienen poca cantidad de agua y suelen ser poco fértiles, dando lugar a árboles de baja altura y con deformaciones, tornándose además muy vulnerables al ataque de plagas y enfermedades (Casaubon, 2007).

Por otra parte, esta especie es sensible a la salinidad del suelo. Así, valores de conductividad eléctrica (CE) mayores a 2.5 dS/m (valor límite de tolerancia) produce una disminución del diámetro del tronco del orden del 12% por unidad de incremento. Por tal razón, no se deberían plantar sobre suelos superficiales, arcillosos, así como tampoco en suelos salinos y sódicos, suelos con una capa freática muy cercana a la superficie y los muy compactos (Figueroa et al., 2002).

Se han definido rangos óptimos por medio del sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS 2000), analizados entre los 56 y los 84 días después de la caída del amento para macro y micronutrientes en hoja.

a) Macronutrientes, en %

| N | P | K | Ca | Mg | S |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2.50-3.30 * | 0.12-0.30 | 0.75-2.50 | 0.70-1.75 | 0.30-0.60 | 0.20-0.50 |

*bajo riego

b) Micronutrientes, en ppm

| Fe | Mn | Zn | Cu | B |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 50-300 | 100-800 | 50-100 | 6-30 | 15-50 |

El Zinc es el micronutriente más requerido por el Pecan y es esencial para los procesos fisiológicos las células. Según Barak y Helmeke, citados por Partillo et al. (2010), este elemento no tiene actividad redox pero participa en la estructura y/o catálisis de muchos procesos y es el único metal de su clase presente en las enzimas. Como componente de estas, el zinc cataliza la síntesis de la fructosa-6-fosfato, la cual es un importante metabolito de la glicólisis y por lo tanto de la fotosíntesis. La deficiencia de Zn produce clorosis internerval, lo que se la relaciona con un papel estabilizador de la molécula de clorofila (Ojeda et al., 2009). Las alteraciones más típicas son la disminución del crecimiento de las hojas y el acortamiento en la longitud de los entrenudos (Hu y Sparks, 1991). Esta reducción del tallo se ha relacionado con la falta en la producción de ácido indolacético (AIA), una de las auxinas más importantes ya que es la promotora del crecimiento (Chávez et al., 2003).

El Zn generalmente se encuentra disponible en un suelo con un pH de 5.0 a 7.0; a pH más altos el Zn forma compuestos poco solubles (Ojeda et al., 2009).

La deficiencia de Zn es común en suelos calcáreos con un pH de 7.0 a 8.6. El alto contenido de carbonato o pH alcalino de estos suelos limita la disponibilidad de Zn debido a que el carbonato de calcio reacciona con el Zn, lo que reduce su disponibilidad (Núñez et al. 2001, Wells y Wood 2008).

La deficiencia de Zn provoca también la reducción de la calidad de la nuez (Hu y Sparks, 1991). El peso de la almendra, el porcentaje de almendra, el volumen por nuez, la densidad, la longitud, el ancho de la nuez y el grosor de su cascara son afectadas negativamente en arboles con deficiencia de Zn. El número de nueces por brotes se reduce de 2.2 en arboles normales a 1.3 en arboles deficientes. Así mismo, la apertura del ruzno se puede retrasar hasta 42 días en los árboles con síntomas de deficiencia severa, llegando en los árboles con brotes con síntomas de roseta a que prácticamente no presentan nueces (Núñez et al., 2001).

2.3 CONDICIONES EDAFO-CLIMÁTICAS EN EL PAÍS

En Uruguay según describe Duran et al. (1990), el clima está definido por su ubicación geográfica en el continente (entre 30 y 35° de latitud sur), su posición con el océano Atlántico, el relieve de su territorio y zonas circundantes y la circulación atmosférica regional. Según describen Tous et al. (2005), el clima es templado húmedo, con inviernos suaves (500-600 HF) y temperaturas medias anuales de 17°C con variaciones de 16 °C a 19 °C de sur a norte. Las temperaturas medias mensuales varían entre 7°C (julio) y 25°C (enero), con una humedad relativa media alta del 72%.

La precipitación media anual alcanza a 1100 mm, con variaciones de entre un mínimo de 900 mm en el sur y un máximo de 1300 mm en el norte (régimen isohigro). No existen diferencias significativas y sistemáticas en la distribución mensual de las lluvias a lo largo del año, registrándose una media de 100 mm mensuales, aunque se observan mínimos de 60-70 mm en el sur y máximos de 110-140mm en el norte. La confiabilidad de las precipitaciones sin embargo es bastante reducida, debido a una gran irregularidad, habiéndose observado valores extremos tan bajos como 600 mm (1916) y elevados como 1785 mm (1914), y en los últimos 10 o 20 años lo que se refleja en la ocurrencia de sequías importantes, así como periodos de gran exceso de lluvia, a veces concentrados en periodos breves. Los periodos libres de heladas son menores a 210 días en el centro del país, pero llega a 325 en la costa sur y sudeste por la influencia marítima (Duran et al., 1999).

En cuanto a la geología del lugar de implantación de los árboles bajo estudio pertenece a las formaciones Fray Bentos y Libertad, sobre la unidad Cartográfica Elcilda Paullier-Las Brujas (URUGUAY. MGAP. RENARE, s.f.). El

grupo CONEAT al que pertenece es el 10.6a (Anexo No.1.) Los suelos predominantes corresponden a Brunosoles Subéutricos, a veces Éutricos, Típicos y Lúvicos, (URUGUAY. MGAP. RENARE, s.f.).

2.4 ANTECEDENTES SOBRE EL CULTIVO DEL PECAN EN EL MUNDO, LA REGIÓN Y EN EL URUGUAY

2.4.1 Mercado mundial del pecan

2.4.1.1 Antecedentes

La historia del Pecan se remonta al siglo XVII en el Norte de México y Sureste de los Estados Unidos. Es originario de América del Norte y está considerado como la especie productora de nuez más valiosa de ese subcontinente.

Según la National Pecan Shellers Association, para mostrar la evolución de esta fruta, desarrollada desde tiempos muy lejanos, podría trazarse la siguiente “línea de tiempo”.

| Fin de siglo XV y comienzos de siglo XVI | Siglo XVI | 1775 | Hacia fines de 1700 | 1802 | 1822 | 1846 | 1876 | 1876 |
|---|---|---|---|---|---|--|---|---|
| Se producen los primeros huertos generados por los colonizadores hispánicos | Colonos Ingleses comienzan plantaciones de árboles de pecán | George Washington realiza plantaciones de árboles pecán en su finca | Se detecta el potencial económico del mercado del pecán | Primeras exportaciones de pecán realizadas por los franceses hacia las Antillas | Se inician las primeras experiencias de injertación | Injertaciones exitosas en árboles de pecán | Se realizan las primeras plantaciones de plantas de pecán | Comienza la difusión de plantas injertadas con variedades |

Los mayores productores mundiales de nueces pecan son Estados Unidos de Norteamérica y México, entre ambos países generan más del 80% de la oferta de pecan en el mundo.

Cuadro No. 1. Principales países productores de pecan

| Producción mundial de pecan año 2003 (Mton) | Media Con cascara | Media Sin cascara | % |
|--|--------------------------|--------------------------|------------|
| Estados Unidos | 115 | 53 | 47 |
| México | 82 | 38 | 33 |
| Australia | 33 | 15 | 13 |
| Sud-África | 10 | 5 | 4 |
| Otros | 6 | 3 | 2 |
| Total | 246 | 114 | 100 |

Fuente: USDA (s.f.).

2.4.1.2 Países productores

I. Estados Unidos

En Estados Unidos los primeros árboles de nogal como cultivo, fueron plantados en Long Island, Nueva York en 1772 pero comercialmente las plantaciones empezaron a explotarse a fines de 1800, principios de 1900 en las regiones Sur y Sureste que comprenden los estados de Georgia, Texas, Nuevo México, Arizona, Alabama y Mississippi entre otros (Doreste, 2011).

Si bien, existen actualmente plantaciones en todo el sur de EEUU, los estados más productivos son Georgia, Texas y Nuevo México, los que reúnen más de las $\frac{3}{4}$ partes de la producción total (Madero, 2009a).

Estados Unidos es el principal exportador y consumidor de esta nuez. Su producción ha ido creciendo moderadamente durante la última parte de la década del 70 y principios de la década del 80 llegando al máximo de producción en 1981 con más de 140 mil toneladas. A partir de allí se ha mantenido en rangos que oscilan entre las 80 y 150 mil toneladas. La mayor producción se obtuvo en el 2001 con 160.000 toneladas. El valor bruto de la producción alcanzo en el 2006 más de 400 millones de U\$S (Madero, 2009a).

En 2010 su producción alcanzó un total de 118.000 toneladas, cifra 14% inferior a la registrada en el año 2009 (137.282 toneladas) (Doreste, 2011).

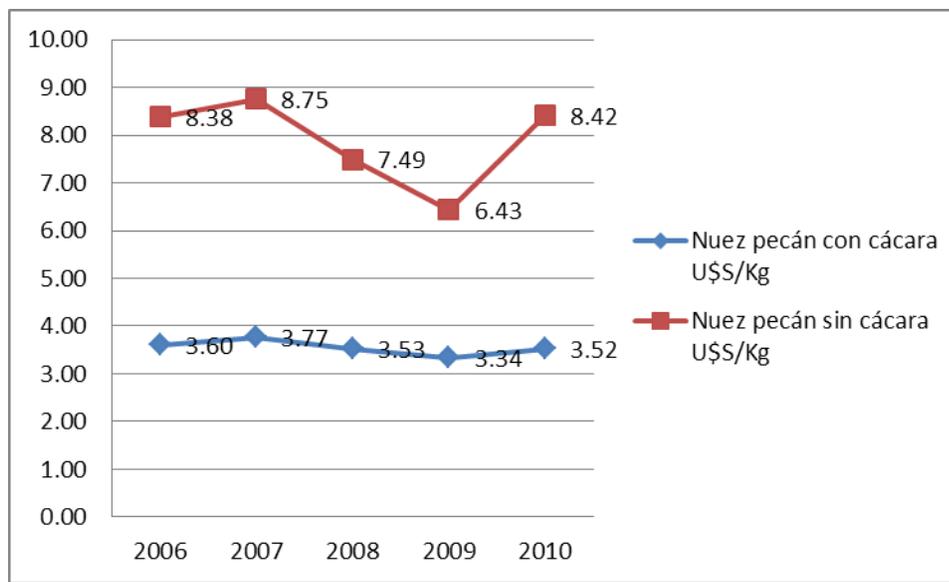
Durante el periodo 2006-2010, las exportaciones totales pasaron de 31.835 toneladas en 2006 a 53.570 toneladas en 2010, lo que significa un incremento del 68%. También se registró un aumento en el valor de las transacciones realizadas durante el periodo considerado. Pasaron de un total de 160.323 miles de dólares en el año 2006 a 252.002 miles de dólares en 2010 (Doreste, 2011).

En lo atinente al tipo de presentación, Doreste (2011) afirma que la mayor modalidad corresponde a la venta de nuez con cáscara. En 2010, ese tipo de presentación equivalió al 76% y solo el 24% restante fue comercializado como nuez sin cáscara.

Si se toma como parámetro el valor de las exportaciones, el orden para los principales destinos de las nueces con cáscara es el siguiente: Hong Kong (49%), México (30%), Vietnam (10%) y China (5%), entre otros.

Las nueces sin cáscara se destinan principalmente a Canadá (33%), Países Bajos (20%), Reino Unido (9%), México (8%), Israel (7%) y Francia (6%), entre otros.

Figura No.1. Precio promedio exportaciones US\$/Kg periodo 2006 – 2010



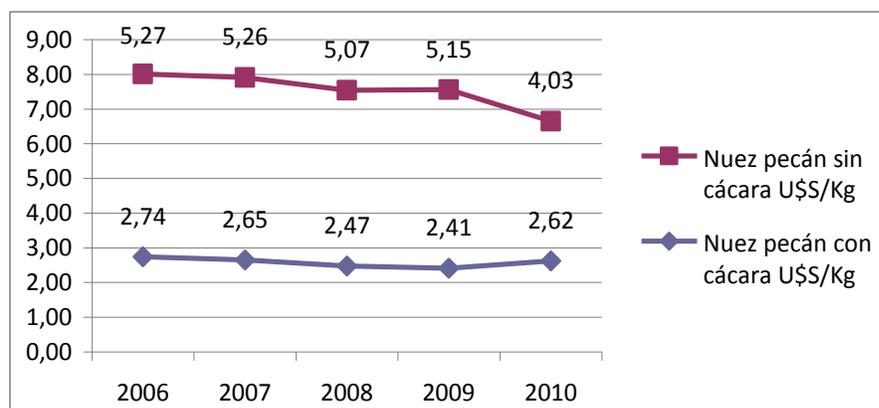
Fuente: realizado en base a datos de Doreste (2011).

En cuanto al precio de las exportaciones, se observa en la Figura No. 1 que en el periodo 2006-2010 analizado, el tipo de envase con cáscara no sufre variaciones significativas, situándose en un valor para 2010 de 3.52 U\$/Kg. La presentación de nueces sin cáscara logró en 2010 cifras promedio de exportación de 8,42 US\$/Kg.

Según Doreste (2011), durante el 2006 – 2010, las importaciones de nuez Pecan se incrementaron tanto en volumen (50%) como en valor (23%). Esas variaciones surgen de comparar el año 2006 -en el cual se importaron 39.818 toneladas por un valor de 161.288 miles de dólares- con el año 2010, en el que ingresaron 59.878 toneladas por un total de 197.813 miles de dólares.

Con relación al origen de las importaciones de USA, el 99% de las compras se realizaron a México. El 51% de lo importado corresponde al tipo de presentación de nueces con cáscara.

Figura No. 2. Precio promedio importaciones US\$/Kg periodo 2006 – 2010

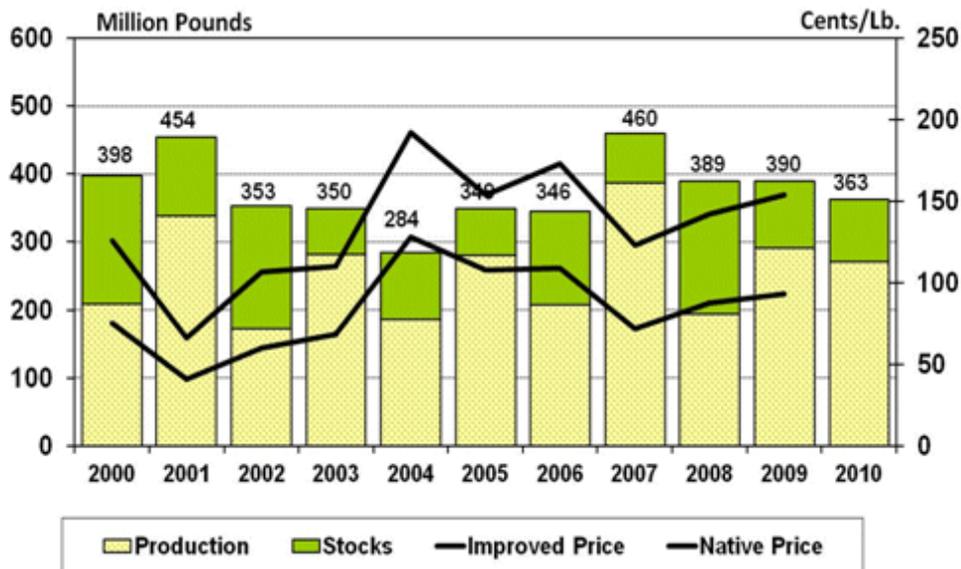


Fuente: realizado en base a datos de Doreste (2011).

En cuanto al precio de las importaciones, se observa en la Figura No. 2 que durante el periodo 2006-2010, el precio de la nuez con cáscara no sufre variaciones significativas, situándose en un valor levemente superior para 2010 respecto al 2009, 2.62 U\$S/Kg. Las nueces sin cáscara, se situaron para el 2010 en 4.03 U\$S/Kg, con una tendencia a la baja.

En la Figura No. 3 se observa la fluctuación de la producción anual la cual está fuertemente influida por los años on y off, De acuerdo a esta se observa como el precio fluctúa en relación a la oferta (Peña, 2010).

Figura No. 3. Producción, stocks y precio del pecan en EEUU, con cáscara



Fuente: USDA (2012).

II. México

De acuerdo con la información de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México es el segundo productor mundial de nuez Pecan.

Las primeras plantaciones comerciales se establecieron en Nuevo León en el año 1904, para el año 2000 se abarcaban más de 60 mil hectáreas. Chihuahua, Sonora y Coahuila son los principales estados productores; en conjunto producen alrededor del 80% de la oferta de este país (Doreste, 2011).

La producción de nuez Pecan en este país es de aproximadamente 79 mil toneladas, de las cuales 54 mil se producen en el estado de Chihuahua, otros estados que destacan en su producción son Coahuila, la Comarca Lagunera (Coahuila-Durango), Sonora y Nuevo León. El rendimiento promedio de este cultivo en México es de 1.6 ton/ha (MÉXICO. SAGARPA, s.f.).

Los mayores compradores de nueces mexicanas son Estados Unidos y China. El 60% de la producción del estado de Chihuahua se exporta al mercado

de la Unión Americana. China compró en el 2008, ocho mil toneladas de la cosecha mexicana (MÉXICO. SAGARPA, s.f.).

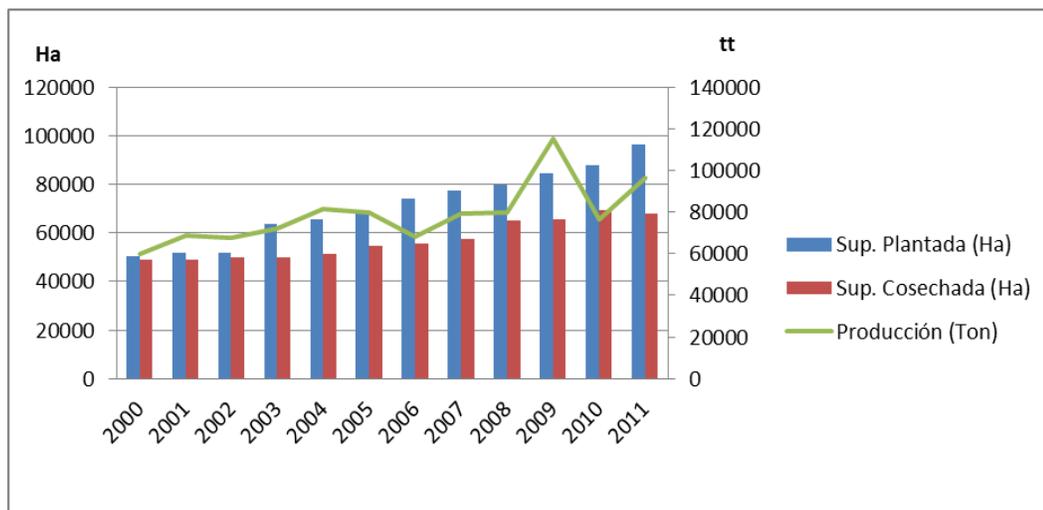
En el año 2010 se produjo un total de 80.334 toneladas, 30% menos que las 115.350 toneladas registradas en el año anterior (Doreste, 2011).

A diferencia de los EE.UU. casi todas las plantaciones de México se desarrollan con variedades comerciales y no plantas nativas, lo que hace que su producción sea más estable y se incremente de año en año a medida que nuevas plantaciones entren en producción.

Como nuevo cultivo, en general todas las plantaciones tienen buen manejo y buenos rendimientos y calidad, obteniendo generalmente buenos precios (Madero, 2009a).

La diferencia entre consumo de pecan en México y su producción es la exportación hacia los EEUU (Madero, 2009a).

Figura No. 4. Evolución de la superficie (ha) y producción (tt) en México

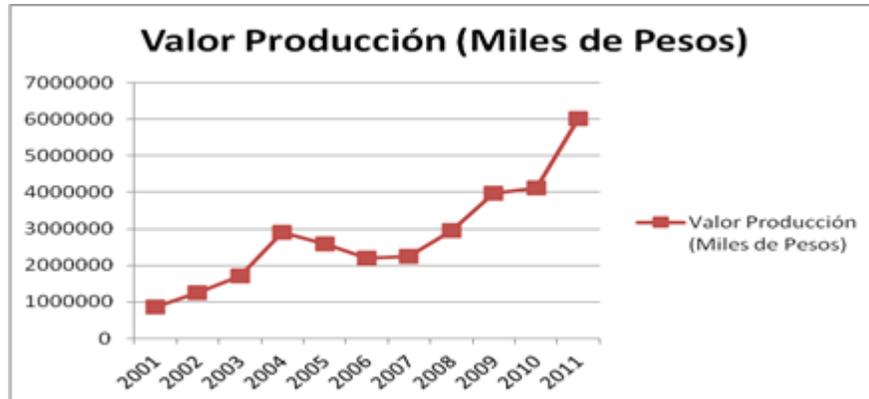


Fuente: elaboración propia a partir de datos de MÉXICO. SAGARPA (s.f.).

En la Figura anterior se puede observar una tendencia al alza tanto de la superficie plantada como de la superficie cosechada, en cambio la tendencia de

la producción se ve influenciada por la alternancia productiva del cultivo de pecan, que posee años de alta producción y años de baja producción.

Figura No.5. Valor de la producción en México



Fuente: elaboración propia a partir del MÉXICO. SAGARPA (s.f.).

En la Figura No. 5 se observa el incremento en miles de pesos mexicanos de la producción con una fuerte tendencia al alza.

Actualmente México posee un proyecto de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), que fomenta la centralización de información, procesos limpios, mayor productividad, rentabilidad y competitividad así como también asegurar la calidad para un proceso exportable (Comenez, 2012).

Otros países productores de Pecan, aunque en cantidades menores, son Australia, Israel, Perú, Brasil, Sud África, Argentina y Uruguay.

2.4.2 El cultivo de pecan a nivel regional

I. Argentina

El Pecan llegó a Argentina en el siglo XIX a través de semillas introducidas por Domingo Faustino Sarmiento. Es factible que éste sea el origen de algunos árboles muy añosos que se encuentran en estancias de la provincia de Buenos Aires. Si bien el Pecan se halla distribuido en distintas provincias del país, su hábitat ideal corresponde a la zona del Delta del Paraná, en la región Pampeana (Doreste, 2011).

En la actualidad no existen datos estadísticos, 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 (entre 1 y 10 años de edad), incrementándose anualmente tanto la superficie implantada como la producción. Esto último ocurre tanto por aumento unitario de los rendimientos, como por la entrada en producción de nuevas plantaciones (Madero y Frusso, 2009b).

Las principales zonas de plantación son Entre Ríos, Buenos Aires, Delta del Paraná, Corrientes, Santa Fe y Córdoba (Madero, 2009a).

Los primeros estudios del pecan como producción alternativa en Argentina, fueron conducidos por técnicos del INTA Delta a partir de la década del 90, considerándose una alternativa interesante como cultivo intensivo para superficies pequeñas, con una inversión inicial media, y con una cadena de comercialización en formación, ya que es un fruto exportable principalmente a Estados Unidos y Europa (Madero, 2009a).

Desde el lanzamiento en 1998 del Proyecto ProPecan, mediante acuerdos entre el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Fondo Tecnológico Argentino (Fontar) se registra un creciente interés por el cultivo de esta especie. El proyecto apunta al desarrollo de un paquete tecnológico para el manejo del cultivo desde un enfoque de cadena. Desde 2005 a la fecha ha realizado la importación de más de 30 nuevos cultivares desde el Centro de Mejoramiento Genético de Pecan de los EEUU a fin de ampliar la disponibilidad varietal existente para las zonas húmedas y cálidas del centro del país así como la incorporación de cultivares específicos para las zonas más secas (Noroeste Argentino) y más frías (Sur de Buenos Aires, La Pampa, Norte de Río Negro y Cuyo) completando así la disponibilidad de cultivares aptos para todas las regiones del país (Madero, 2009a).

En Argentina, en la actualidad existen 12 cultivares inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares, correspondientes a las siguientes variedades: Stuart, Desirable, Shoshoni, Success, Kernodle, Starkimg, Mahan, Harris Super, Mahan – Stuart, INTA Delta I e INTA Delta II (Doreste, 2011).

II. Brasil

La especie es plantada en el estado de Rio Grande do Sul, a una tasa de 200 ha/año, para producción de nueces. Actualmente existen más de 1200 has en esta región. Las plantaciones son en general de 1 a 10 ha, con densidades de 100 a 200 árboles por hectáreas; con los que se obtienen una producción media de 100 kg nueces/árbol/año (INIA, 2008).

Existe una única gran empresa la empresa "Pecanita", la única con producción a escala industrial. Es la plantación más grande de América del Sur, hasta el momento, con 870 has ocupadas por 45.000 árboles y se encuentra ubicada en el municipio de Cachoeira do Sul, en el estado de Rio Grande do Sul (RS). La empresa cosecha y procesa la producción hasta la elaboración de una variable gama de productos que comercializan a nivel nacional (Pecanita, 2010).

2.4.2 Mercado nacional

En noviembre del 2009 se realizó el 1er Curso sobre Producción de Pecan en Uruguay, organizado entre el INIA Uruguay e INTA Argentina.

En dicho curso, se llevó a cabo una encuesta a los participantes a modo de obtener una primera aproximación a la situación nacional del rubro.

Las 106 encuestas indicaron la existencia de 10455 árboles (aproximadamente 149 has si la densidad de plantación promedio fuera de 12 x 12m). Estas plantaciones se encuentran distribuidas en los departamentos de Canelones, Montevideo, Paysandú, San José, Colonia y Salto. Es de destacar que la mayoría de los interesados en el cultivo, ya sea actuales como a futuro, no son productores frutícolas tradicionales, y en algunos casos, tampoco son productores rurales. Esto puede significar que el Pecan es percibido como una posible fuente de ingresos sin demandar excesivos cuidados, como los que requieren otras plantas frutales. Podría afirmarse que se trata de un cultivo semi-extensivo en su demanda de mano de obra e intervenciones, y en el uso de la tierra, dado por su marco de plantación muy expandido¹.

¹ Camussi, G.; Zoppolo, R. 2011. Com. personal.

La mayoría de las plantaciones que existen en el Uruguay son plantas que provienen de un único vivero comercial ubicado en el país el responsable de dicha empresa considera que la superficie actual ronda las 260 has, con alrededor de unas 20.000 plantas de edades desde 1 y 30 años, y que la mayoría de las plantaciones se encuentran ubicadas en el departamento de Canelones.

El Vivero cuenta con las siguientes variedades: Mahan, Cheyenne, Mohawk, Cowley, Gratex, Desirable, Shoshoni, Híbrido de Mahan, Mississippi Giant, Hasting y tienen en estudio y próximo a reproducir Maramec, Pawnee, Starking, Success, Kernodle, Oconne, Cape Fear, Harris Super, Choctaw, Podsednik y Jubile (Josman, 2008).

Sobre el mercado, Josman, citado por Antúnez (2006) afirma que toda la producción se vende solo en Montevideo. En el 2008, cosecharon 7.000 kilos y compraron 5000 kilos más a distintos productores. Su empresa vende nueces peladas y con cáscara durante todo el año, pero el pico de mayor demanda se da en noviembre y diciembre en el periodo de las fiestas tradicionales.

2.5 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA NUEZ PECAN

Es un alimento con alto contenido de proteína y ácidos grasos insaturados que reducen el contenido de colesterol en la sangre. Se ha demostrado que una dieta rica en ácidos grasos poliinsaturados reduce los niveles de colesterol LDL y HDL.

Aproximadamente el 70% de los aceites del pecan son ácidos grasos monoinsaturados (oleicos) y un 17% son ácidos grasos poliinsaturados (linoleicos). Cabe destacar que este contenido de ácido oleico es similar al que poseen las mejores variedades de olivos para aceites y ha sido ampliamente reconocido por su efectividad para reducir afecciones cardíacas.

Además los frutos son fuente de calcio, hierro, potasio, vitamina A, B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina), C (ácido ascórbico) y vitamina E (antioxidante vitamínico que previene afecciones cardíacas, algunos tipos de cáncer, el mal de Parkinson y afecciones como cataratas).

Es un excelente proveedor de fibras naturales y de aceites no saturados que el cuerpo humano requiere (Cuadro No.2).

Cuadro No. 2. Composición nutricional de la nuez pecan

| Nutrientes | Valor por 100 gramos |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Agua | 3.52 |
| Energía | 691 Kcal. |
| Proteína | 9.17 gr. |
| Lípidos totales | 71.97 gr. |
| Carbohidratos | 13.86 gr. |
| Fibra total | 9.6 gr. |
| Azúcar total | 3.97 gr. |
| Minerales | Valor por 100 gramos |
| Calcio | 70 mg. |
| Hierro | 2.53 mg. |
| Magnesio | 121 mg. |
| Fosforo | 277 mg. |
| Potasio | 410 mg. |
| Sodio | 0 mg. |
| Zinc | 4.53 mg. |
| Vitaminas | Valor por 100 gramos |
| Vitamina C | 1.1 mg. |
| Tiamina | 0.660 mg. |
| Riboflavina | 0.130 mg. |
| Niacina | 1.167 mg. |
| Vitamina B6 | 0.210 mg. |
| Vitamina A RAE | 3 mcg-RAE. |
| Vitamina A IU | 56 IU. |
| Vitamina E | 1.40 mg. |
| Vitamina K | 3.5 ug. |
| Lípidos | Valor por 100 gramos |
| Ácidos grasos totales | 6.180 gr. |
| Ácidos grasos monoinsaturados totales | 40.801 gr. |

| | |
|---------------------------------------|------------|
| Ácidos grasos poliinsaturados totales | 21.614 gr. |
| Colesterol | 0 gr. |

| Otros | Valor por 100 gramos |
|---------------|----------------------|
| Fitoesteroles | 32.8 mg. |

Fuente: USDA (2012).

2.5.1 Estabilidad oxidativa y su relación con la vida útil

Los alimentos ricos en lípidos son muy susceptibles a la oxidación y con frecuencia se tornan rancios durante el periodo de almacenamiento (Valenzuela y Nieto, 2001). Esto lleva al desarrollo de sabores y olores desagradables, además de la destrucción de compuestos nutricionalmente importantes, como vitaminas liposolubles, ácidos grasos esenciales, carotenoides, aminoácidos, proteínas o enzimas. Este tipo de deterioro reduce la vida útil y compromete la integridad y seguridad de los alimentos, debido a la producción de compuestos fisiológicamente activos (Maskan y Karatas, 1999).

La oxidación lipídica se ve afectada por factores como la composición en ácidos grasos, contenido y actividad de pro y antioxidantes, radiación ultravioleta, temperatura, presencia de iones metálicos, presión de oxígeno, superficie de contacto con el oxígeno, presencia alta de humedad relativa (Kolakowska, 2003).

El deterioro se da tanto en la materia prima como en los productos procesados. Los radicales libres, formados durante el almacenamiento de las nueces, atacan las membranas celulares ricas en fosfolípidos, mientras que los antioxidantes contrarrestan este efecto. Los peróxidos producidos actúan también sobre otras moléculas cercanas como proteínas y ácidos nucleicos, generando una reacción en cadena que induce el deterioro de los alimentos (Descalzo et al., 2009).

La calidad de las nueces y su estabilidad dependen de la composición inicial, además de las prácticas de manejo durante el cultivo, cosecha y poscosecha y de los métodos utilizados en el procesamiento, envase y almacenamiento. El envase representa un papel fundamental, ya que actúa

como una barrera para algunos de los factores involucrados en el proceso de oxidación y en la pérdida de calidad: luz, oxígeno, temperatura y vapor de agua.

Descalzo et al. (2009), midieron la oxidación de la nuez pecan y evaluaron la conservación poscosecha de nueces a temperatura ambiente (cámara a 20⁰C) y bajo condiciones de refrigeración (cámara a 2⁰C). Observaron que compuestos indicadores de la oxidación, como el hexanal y el malonaldehído, incrementan sus valores en forma significativa a partir de los 6 meses de conservación de la fruta con cáscara a temperatura ambiente. Por otro lado, las nueces conservadas en condiciones de refrigeración no mostraron un aumento significativo de la oxidación, indicando que este tratamiento podría retardar este proceso.

Las diferentes conservaciones mostraron efecto también sobre el color de la nuez. Así, las nueces conservadas a 2⁰C mantuvieron una tonalidad clara de manera constante hasta los 9 meses de conservación, decayendo luego y evolucionando hacia un color oscuro. En las nueces conservadas a temperatura ambiente, la claridad decae rápidamente durante el periodo poscosecha (Descalzo et al., 2009).

Pruebas sobre el comportamiento de la vitamina E durante la conservación, mostraron que la misma tiene una alta estabilidad durante el almacenamiento poscosecha. La concentración de vitamina en las nueces no fue afectada ni por la temperatura de conservación (ambiente y 2⁰C), ni por la forma de almacenamiento (con cáscara, al aire o peladas al vacío) (Descalzo et al., 2009).

2.6 CICLO FENOLÓGICO REPRODUCTIVO

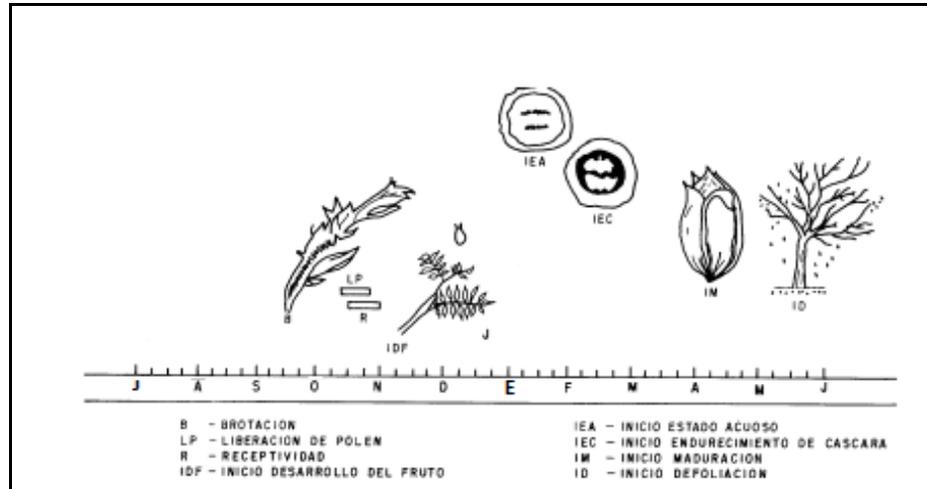
2.6.1 Ciclo fenológico del cultivo

Ciclo anual

El pecan, como todo árbol frutal caducifolio, presenta diferentes etapas en su ciclo anual, que responden a las condiciones ambientales de fotoperiodo y temperatura. Estas etapas se repiten aproximadamente en las mismas fechas de los diferentes años.

Durante el ciclo anual del pecan se pueden distinguir tres etapas diferentes: de desarrollo vegetativo, desarrollo reproductivo, y por último la etapa de senescencia o entrada en reposo (Frusso, 2007).

Figura No. 6. Fenología de la nuez pecan



Fuente: Arreola y Largada (1985, adaptada a los meses del hemisferio sur).

2.6.1.1 Desarrollo vegetativo

Comprende el periodo que va desde la brotación hasta el desarrollo completo de la hoja, Los diferentes estados fueron clasificados en una escala fenológica por Frusso (2007).

V1. “Yema dormida” - Trascurre desde fin mayo hasta mediados de septiembre (HS). Durante este periodo la planta se encuentra en reposo o dormancia.

V2. “Yema hinchada” ocurre durante un periodo de aproximadamente una semana hasta fin de septiembre. En este estado la yema aumenta de tamaño pero conserva las escamas que la envuelven.

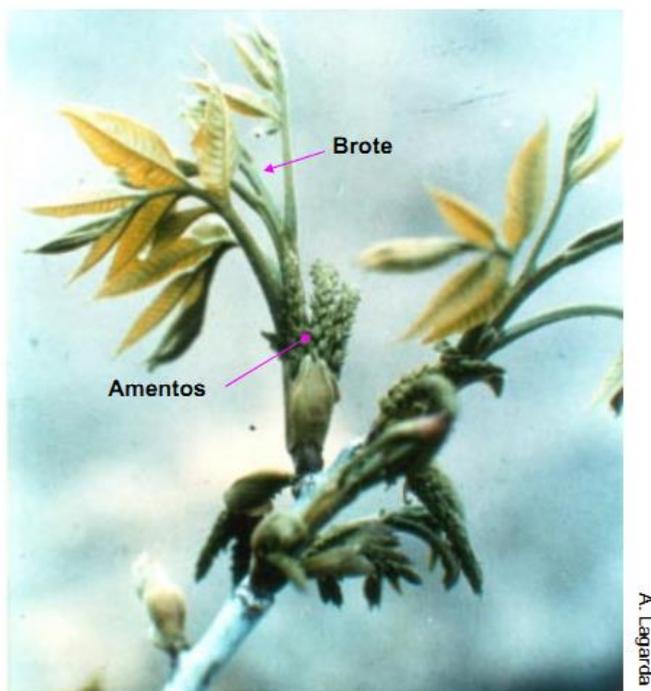
V3. “Yemas rajada partida exterior”. Ocurre entre la primera y la segunda semana de octubre. Las escamas interiores se abren.

V4. “Yema rajada partida interior”. Trascurre a mediados del mes de octubre. Los folíolos se pueden observar pero tienen los márgenes juntos sin poder diferenciarlos en forma individual.

V 5- V9 “Folíolos en expansión. Este periodo transcurre desde mediados de octubre hasta mediados de noviembre. Los bordes de los mismos no se tocan y continúan creciendo hasta alcanzar el tamaño definitivo de la hoja. Se dividen en: V5 (20%), V6 (40%), V7 (60%), V8 (80%) y V9 (100%) del tamaño final (Frusso, 2007)

La brotación se realiza en las yemas que quedaron latentes desde la temporada anterior en los brotes o ramas de un año (MÉXICO. INIFAP, 2002). El nogal pecanero forma grupos de 3 a 4 yemas por cada hoja compuesta presente en el árbol. Sólo una de ella es la denominada yema primaria, que según su ubicación en la rama del año, dará origen a amentos (parte media de la rama) y en la porción distal originara un nuevo brote con folíolos y flores femeninas terminales (Herrera, 1996). Las yemas que acompañan a la primaria son de reserva, y permanecen latentes a menos q la yema primaria sea destruida por alguna razón, en ese caso, tiene a producir brotes vegetativos sin flores (Arreola, 2006, Figura No. 7).

Figura No.7. Brotes en desarrollo que muestran tres amentos de cada lado



Fuente: Largada, citado por Godoy et al. (2000).

2.6.1.2 Desarrollo reproductivo

Esta etapa comprende el periodo de floración y formación del fruto. Al igual que para la fenología del ciclo vegetativo, Frusso (2007) elaboró una escala del ciclo reproductivo.

R 1. "Elongación de amento (inflorescencias masculinas)", "es el primer estado de esta etapa y transcurre entre la primera y la tercera semana del mes de octubre (HS). 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 protándrios o protóginos. 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. En esta etapa el estigma se presenta húmedo y/o pegajoso.

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 seis semanas posteriores a la polinización. Las nueces muestran una tasa de crecimiento lento.

R 6. " Desarrollo rápido de la nuez ": transcurre entre fines de diciembre hasta principios de enero, aproximadamente nueve semanas posteriores a la polinización. Las nueces durante este estado crecen rápido pero no desarrollan la parte comestible (embrión). Inicio del estado acuoso.

R 7. " Desarrollo tardío de la nuez ": se produce a mediados del mes de enero, aproximadamente diez 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 trece semanas posteriores a la polinización. Estado acuoso, la mitad de la cáscara ha endurecido.

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

R 10. " Fin llenado parte comestible": Este período transcurre desde mediados hasta fines del mes de marzo, aproximadamente diecinueve semanas posteriores a la polinización. Fin estado pastoso, desarrollo de la parte comestible por completarse.

R 11. " Rajado de cáscara o ruezno": desde fines de marzo hasta mediados del mes de abril, aproximadamente veinticuatro semanas posteriores a la polinización. Desarrollo completo del embrión, puede retirarse el ruezno de la nuez (Frusso, 2007).

I. Inducción floral

Según Martínez (2007), la nuez como cualquier otro fruto, pasa por serie de fase de desarrollo. En cada una de esas fases se enfrentan a diferentes problemas que puede truncar su desarrollo. Según Amling y Amling, citados por Martínez (2007), la formación de una nuez en una planta de pecan se inicia con el proceso que se denomina inducción floral. Esta programación ocurre en el interior de las yemas de los brotes entre noviembre y marzo en el hemisferio sur. El periodo exacto aún se desconoce, pero es de importancia ya que es la etapa en la que se está decidiendo la producción del año próximo.

Durante la inducción, no existen cambios evidentes que se puedan observar a nivel de tejidos en las yemas, ya que en esta fase lo que ocurre es una reprogramación en la genética de las células de las yemas y no precisamente cambios en la morfología de las mismas. Al igual que en muchas otras plantas frutales, al mismo tiempo que ocurre la inducción de flores, está ocurriendo el crecimiento de las nueces del año. A la caída de las hojas, en otoño, los arboles entran en un periodo de dormancia, que es importante para que las yemas inducidas, que se han programado para formar flores, puedan expresar esa potencialidad. Si estas fases no se cumplen, las yemas inducidas a flor pueden regresar a su estado inicial, por lo que en el próximo año formará brotes vegetativos (Martínez, 2007).

Según Amling y Amling, citados por Martínez (2007) existe evidencia de que las yemas programadas a flores pistiladas requieren de vernalización. La intensidad y el momento en que este proceso debe ocurrir, se desconocen.

Una semana antes de la brotación ocurre la iniciación del crecimiento de las flores pistiladas. Esto se puede observar bajo el microscopio, ya que ocurren los primeros cambios visibles en la morfología de las yemas que llevan a la formación de las flores pistiladas (Raz, 1985).

Durante la polinización, una sustancia viscosa cubre la superficie del estigma, para permitir retener los granos de polen durante el tiempo en que las flores femeninas son receptivas (Areola y Largada, 1994).

En la etapa de receptibilidad del estigma Grauke (1996) observó que las cultivares protóginas se tornan receptivas a tamaños más pequeños que las cultivares protándricas.

La duración de la receptibilidad del polen por las flores femeninas es variable de acuerdo a los factores del clima y la variabilidad del polen. Una flor

receptiva puede durar en ese estado hasta siete días cuando no recibe el polen.

Sin embargo una vez que recibe el polen, tan pronto este comienza a germinar formando el tubo polínico, las células del estigma colapsan y toman una apariencia café y seca (Grauke, 1996).

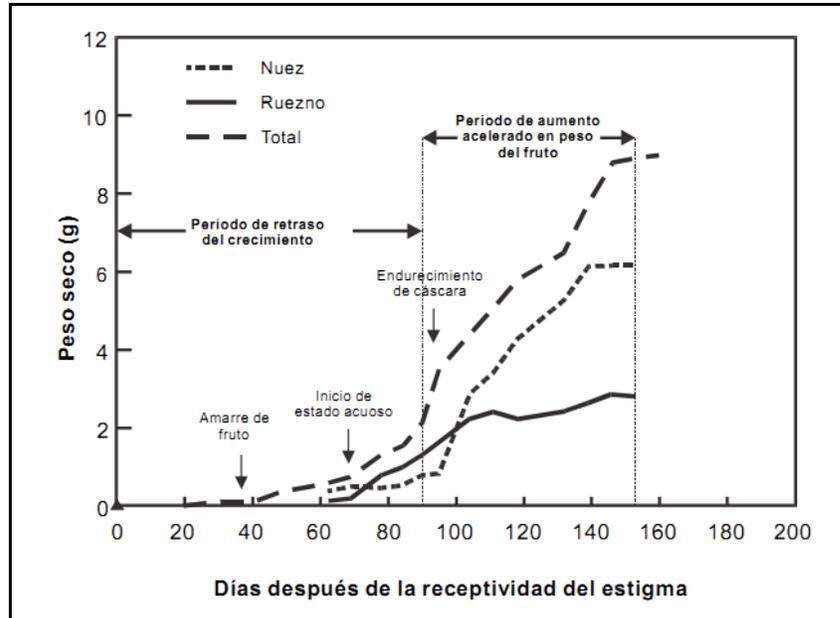
II. Crecimiento del fruto

Luego que la flor femenina es fecundada, inicia la etapa de crecimiento del fruto, que puede dividirse en cuatro fases: 1) de crecimiento lento del fruto; 2) de rápida expansión del fruto; 3) del endurecimiento de la cascara; y 4) del crecimiento de la almendra (Arreola y Largada, 1994).

Las fases son independientes entre sí. La primera fase, de crecimiento lento y que dura aproximadamente noventa días a partir de la receptividad del estigma, el fruto acumula peso seco muy lentamente. La mayoría del peso seco del fruto y de su contenido mineral se acumula durante la última mitad de su ciclo de crecimiento que comprende alrededor de unos cincuenta a cincuenta cinco días (Godoy et al., 2000).

El máximo contenido de líquido, que coincide con el inicio del endurecimiento de la cascara en el fruto, se alcanza a los noventa y tres días después de la receptividad del estigma y para este tiempo, el fruto tiene ochenta y cuatro por ciento de longitud y ochenta y uno por ciento del ancho final (Figura No. 8). Ocho días después de iniciado el endurecimiento de la cascara comienza el llenado del fruto (100 días después de la receptividad del estigma), tiempo en el cual el ruezno ha alcanzado el 90% del peso seco final. Se requiere de 45 días para que se complete el llenado del fruto (Godoy et al., 2000).

Figura No. 8. Diferentes fases del desarrollo del fruto



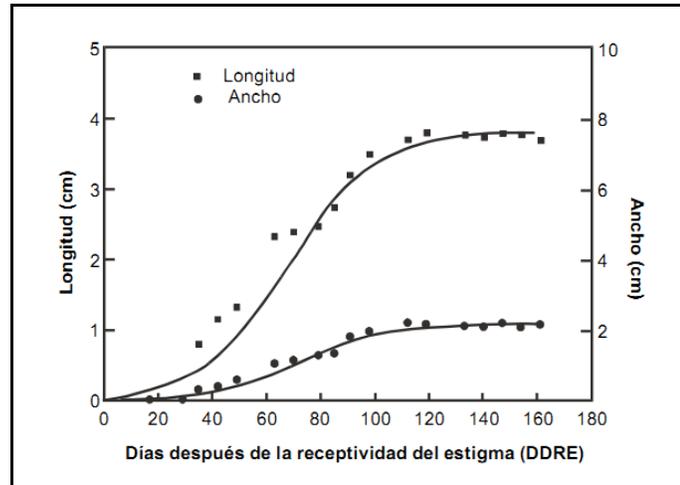
Fuente: Godoy et al. (2000).

Durante la fase de crecimiento lento del fruto (llamada también periodo de retraso del crecimiento por algunos autores) ocurre el inicio, el máximo y fin del estado acuoso (Herrera, 1983).

La primera observación del líquido dentro de la nuez (inicio del estado acuoso) ocurre alrededor de la tercera semana de diciembre, esto es, aproximadamente a los sesenta y seis días después de la receptividad del estigma (Godoy, 1996).

Cuando la acumulación de peso seco total del fruto, hasta el inicio del estado acuoso es muy bajo, la longitud y el ancho del fruto son cincuenta y tres por ciento cincuenta por ciento del tamaño final respectivamente, (Figura No.9). Cuando se inicia el estado acuoso se inicia también el incremento fuerte en la acumulación del peso seco del ruezno, sesenta y ocho días después de la receptividad del estigma (Godoy et al., 2000).

Figura No. 9. Evolución del largo y ancho del fruto



Fuente: Godoy et al. (2000).

Es importante mencionar que antes de que se inicie el estado acuoso (cincuenta a cincuenta y cinco días después de la receptividad del estigma) el fruto alcanza alrededor del cincuenta por ciento de su crecimiento (Herrera, 1990), llegando a sus dimensiones finales diez días antes de que se inicie el llenado del fruto. Una vez que se terminó el proceso del endurecimiento de la cáscara, cualquier práctica de manejo ya no influye en el tamaño final de la nuez. El período final del agrandamiento del cotiledón es probablemente la fase más importante del crecimiento del embrión para la formación de una almendra bien llena (Herrera, 1990). La nuez está madura una vez que el ruezno se ha separado de la cascara de la misma. Durante el proceso de maduración de la nuez en endocarpio (cascara) evoluciona desde color blanco cremoso al color café característico del pecan. El ruezno una vez que la nuez está madura puede o no haber abierto, pero si se visualizan claramente las marcar naturales por donde se abrirán las vainas (Sparks, 1989).

En la Figura No. 10 se resume el crecimiento y el desarrollo del fruto, donde se muestra, en la primera fila, la evolución del crecimiento de los frutos, en ocho estadios, a partir de la polinización hasta la abertura del ruezno. En la segunda fila, se representan los cambios en corte longitudinal y en la tercera fila, los mismos en corte trasversal.

Los estados representados son:

Estado 1. Post polinización.

Estado 2. Crecimiento temprano de la nuez.

Estado 3. Crecimiento rápido de la nuez.

Estado 4. Crecimiento tardío de la nuez.

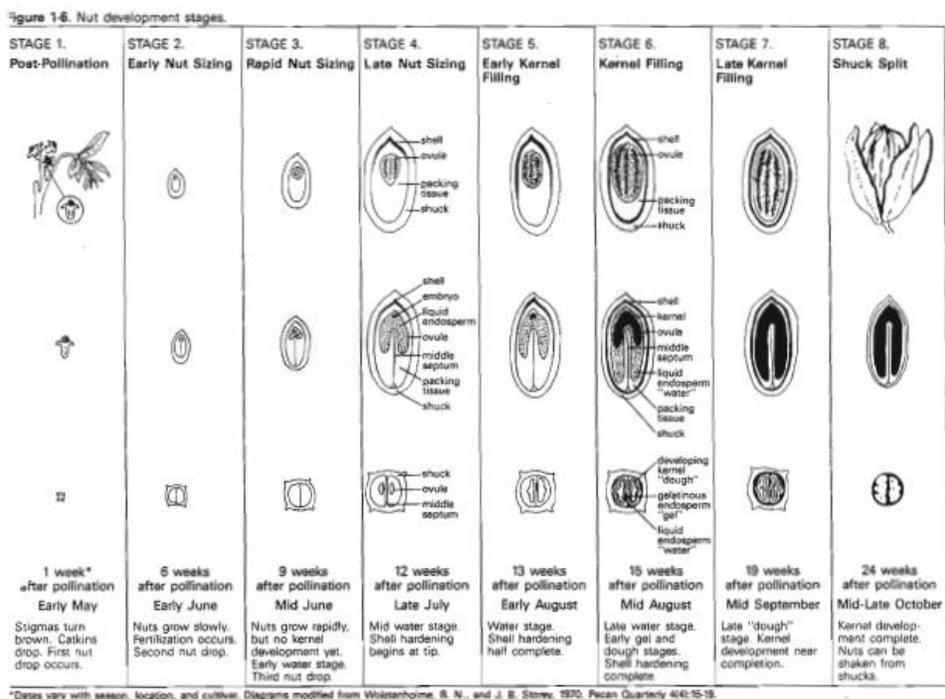
Estado 5. Inicio del llenado de la nuez.

Estado 6. Llenado de la nuez.

Estado 7. Fin del llenado de la nuez. Cambio del color del endocarpio

Estado 8. Mesocarpio partido

Figura No. 10. Crecimiento y desarrollo del fruto



Fuente: Wolstenholmed, citado por Lobardini (2003).

Gratacós, citado por Pizarro (2010) afirma que el fruto del nogal presenta una curva de desarrollo crecimiento doble sigmoide, en las cuales se reconocen 3 tres etapas: una primera etapa de crecimiento rápido dado por una

gran multiplicación celular, la segunda y siguiente etapa la del endurecimiento del endocarpio carozo y la última de la maduración.

Según Gil, citado por Pizarro (2010), el crecimiento rápido del fruto es una etapa en la cual el fruto crece en tamaño. Esta fase se comporta como una sigmoidea simple, esto se debe a que el embrión tiene un crecimiento acelerado en las primeras semanas y simultáneamente el pericarpio se agranda por la acumulación de compuestos fenólicos. Es en esta etapa donde el fruto consigue su tamaño definitivo. Luego de esto, el fruto sufre cambios a nivel interno que no son notorios a simple vista, ya que los tejidos cambian estructuralmente para luego obtener su condición final. Como segunda etapa, el endocarpio se endurece y se forma la cáscara de la nuez, esta etapa llamada endurecimiento de carozo no es diferente de la etapa de maduración, pero se separa a nivel de literatura ya que coincide con el fin del crecimiento rápido e inicio de la maduración.

Paralelamente y en un proceso más largo, la maduración de la semilla va adquiriendo su configuración definitiva, ganando peso rápidamente y a su vez se producen una serie de cambios químicos los cuales dan las características nutricionales y organoléptica típicas a la nuez (Muncharaz, citado por Pizarro, 2010).

III Maduración del fruto y apertura del ruezno

La nuez alcanza su tamaño total alrededor de la segunda semana de marzo (HS). La mayoría de las sustancias de almacenamiento se traslocan hacia la nuez desde los brotes y hojas vecinas, durante las últimas seis semanas de llenado (Godoy et al., 2000). Esta estará madura cuando el ruezno se separe de la cascara y las marcas se desarrollan en la punta de la nuez. Enseguida las suturas del ruezno comienzan su abscisión natural desde la parte distal, separándose en cuatro cuartos, que sucede cuando el sistema vascular se separa parcialmente de la superficie dorsal del ruezno (Sparks 1989, 1993, 1996, Sparks y Yate 1995).

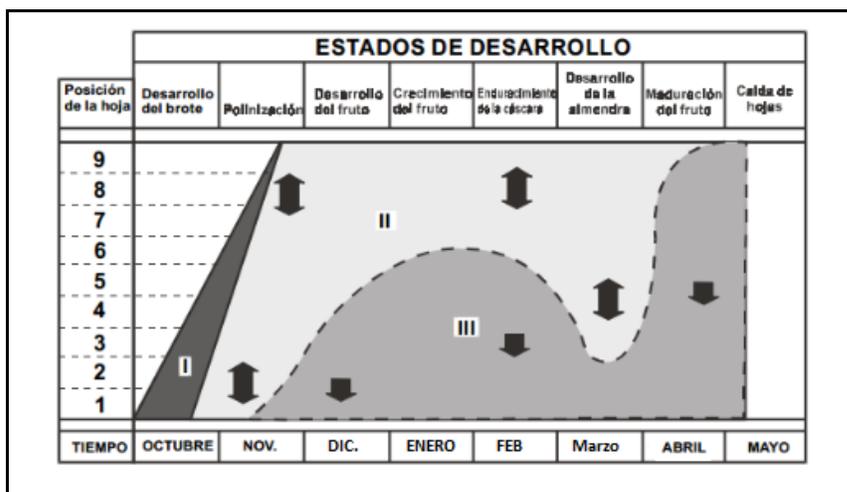
La apertura del ruezno permite tanto al ruezno como a la nuez secarse. El contenido de humedad disminuye de un treinta por ciento al doce por ciento al momento de la cosecha.

La separación de la nuez del ruezno depende de factores climáticos. El principal factor que controla la apertura del ruezno es la disponibilidad de agua en el suelo (Herrera 1983, Godoy 1996).

En el ciclo de producción existe una interrelación entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo fructífero, el cual se refleja en el movimiento de carbohidratos glúcidos dentro de las hojas de los brotes (Godoy et al., 2000).

El movimiento de los carbohidratos sigue patrones específicos, que se pueden graficar como se observa en la Figura No.11.

Figura No. 11. Estado de desarrollo y contenido de glúcidos en las hojas



Fuente Godoy et al. (2000).

Patrón I: en la brotación y durante la expansión de la hoja, la asimilación de carbohidratos glúcidos ocurre pero éstos no son translocados desde las hojas hacia otras partes, ya que son utilizados para su propio crecimiento. Patrón II: cuando la hoja madura comienza a exportar carbohidratos glúcidos, la translocación inicial desde la hoja es bidireccional. La translocación hacia arriba es hacia tejidos inmaduros y la translocación hacia abajo es hacia el desarrollo crecimiento vegetativo de las otras partes del árbol. La translocación bidireccional continúa desde la hoja hasta las hojas maduras distales. Patrón III. Luego, la translocación de carbohidratos desde las hojas basales (desde la uno hasta la cinco) es hacia abajo, para soportar el crecimiento de otra parte del árbol Este patrón es repetido hasta que todas las hojas están en condiciones de exportar carbohidratos (Godoy et al., 2000).

Estos patrones enfatizan que el desarrollo del nogal dentro de un ciclo puede ser dividido en tres fases: una predominantemente vegetativa, otra predominantemente fructífera y otra preparatoria, durante la cual los carbohidratos son acumulados como reserva para los siguientes años (Sparks, 1979).

Si existen suficientes carbohidratos almacenados en el ciclo anterior, la flor femenina se formará en las primeras etapas del crecimiento de los brotes de primavera, cuando aún permanecen bajo la cubierta de las yemas primarias. Estas flores femeninas aparecen en promedio treinta y un días después de la brotación (Godoy, 1996).

En el ciclo anual del nogal se conocen principalmente tres ondas de caída de flores y frutos. La primera caída es de flores débiles y mal formadas desarrolladas y de flores normales no polinizadas, que ocurre desde mediados a fines de noviembre. Para reducirla, se debe promover que los brotes fructíferos sean vigorosos y se deben ubicar bien los árboles polinizadores. La segunda caída se presenta en diciembre-enero, e incluye flores que no fueron fertilizadas y nueces con insuficiencia nutricional nutrimental del embrión. La tercera caída se ubica en febrero y se considera causada por el aborto del embrión y está asociada al rápido incremento del peso seco de la almendra, lo que implica una competencia nutricional entre los frutos y las hojas (Sparks y Heath 1972, Madden et al. 1975, Sparks 1986).

2.6.1.3 Etapa de senescencia

Según Frusso (2007, 2009) esta etapa comprende las fases de amarillamiento y caída de las hojas, correspondiente a la entrada de dormancia.

S1. "Amarillamiento del follaje": Este período ocurre durante los meses de mayo y junio. Se lo divide en comienzo, plenitud y fin del amarillamiento del follaje. En el comienzo, el follaje alcanza aproximadamente un veinte por ciento de amarillamiento durante el mes de mayo; en la plenitud, alcanza aproximadamente un cincuenta por ciento de amarilleo amarillamiento, que. Ocurre durante la primera y segunda semana de junio. El fin de amarillamiento del follaje es cuando éste alcanza aproximadamente un ochenta por ciento de amarilleo amarillamiento, el que ocurre durante fines de junio.

S2. "Caída del follaje": se produce durante desde fines de junio hasta la tercera semana de julio. El comienzo es cuando caen aproximadamente un veinte por ciento de hojas; la plenitud cuando cae aproximadamente un cincuenta por

ciento de las hojas. Este período ocurre durante la primera y la segunda semana de julio. El fin de amarilleo amarillamiento del follaje es cuando cae aproximadamente un ochenta por ciento de las hojas. Este período ocurre durante la tercera semana de julio (Frusso, 2007).

2.7 COSECHA, POST COSECHA, ALMACENAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO

Según Dabul et al. (2009), la cosecha de la nuez se debe iniciar cuando la misma alcanza la madurez, es decir cuando el ruezno se abre y se desprende la nuez, momento en el cual hay que cosecharla, clasificarla y posteriormente secarla y empacarla. Esta actividad debe iniciarse preferentemente antes de que las nueces caigan del árbol, en general en el mes de abril, para evitar que las nueces permanezcan en el suelo, perdiendo calidad.

Una vez cosechadas, las nueces deben ser secadas hasta alcanzar un porcentaje de humedad del cuatro al cinco por ciento, para evitar el enmohecimiento, la decoloración y la descomposición de los aceites (Herrera, 2004). La nuez también absorbe taninos de la cascara y de la parte corchosa intermedia lo que sucede si la nuez se mantiene con alto contenido de humedad, durante largo tiempo después de la maduración (Gladden, 1979).

La humedad relativa del aire en la zona donde se almacena debe mantenerse en un sesenta y cinco por ciento para lograr el contenido ideal de humedad en las nueces, alrededor de cuatro por ciento. Si es más alta, la nuez absorbe cantidades excesivas de humedad del aire y pierde textura y se hace susceptible al ataque de los hongos. Si la humedad relativa del aire es inferior a sesenta y cinco por ciento, las nueces pierden peso, se vuelven quebradizas y pueden presentar rancidez (Gladden, 1979).

El sistema de cosecha va a depender del tamaño de la plantación y puede ser manual o mecanizada.

La cosecha manual se realiza dejando caer naturalmente la nuez cuando llega a la madurez o tironeando las ramas con varas con pértigas, recolectando luego las nueces del suelo, para lo cual se deberá conservar limpia la superficie a fin de facilitar la recolección. Se utilizan para esto lonas o cubiertas de plástico (Dabul et al., 2009).

La cosecha mecanizada y manual consiste de un equipo de empuje con un cilindro con púas flexibles que al pasar engancha las nueces, las levanta y las deposita en una bandeja por un peine recolector. Es ideal para pequeñas plantaciones (Dabul et al., 2009).

La cosecha mecanizada, se utiliza en las grandes plantaciones de Estados Unidos y solo se justifica cuando la escala de superficie en producción y su rendimiento mínimo en toneladas al año de nuez con cascara, son económicamente importante. La maquinaria necesaria para la cosecha consta de un sacudidor y una cosechadora (Dabul et al., 2009).

En Uruguay se visitó durante le realización de este trabajo, un establecimiento privado de integración vertical, en el departamento de San José, que cuenta con sesenta hectáreas con producción de plantas de más de cincuenta años de edad, y posee maquinaria para cosecha: vibrador del tronco, sopladora-hileradora, cosechadora y una levantadora manual de nueces con dedos de plástico. Allí también se apreciaron las tecnologías de postcosecha, entre los que pueden identificarse el separador de tamaño de nueces, la quebradora de cáscara, la cinta transportadora de clasificación y la mesa de selección de nueces limpias, entre otras. Todos los equipamientos que se encontraban trabajando en la finca son de origen norteamericano².

2.8 ALTERNANCIA EN LA PRODUCCIÓN DEL NOGAL PECAN

La producción de nuez en árboles de nogal pecan sufre fluctuaciones a lo largo de los años de vida productiva, hecho que provoca cambios riesgosos en la actividad comercial debido a la desuniformidad en el volumen de oferta de nuez cosechada.

La producción alternada de nuez o alternancia de producción, son fluctuaciones cíclicas del rendimiento a lo largo de los años de la vida productiva de los árboles y ésta puede medirse con dos parámetros que son: 1) la bianualidad; evalúa el porcentaje de cosecha altas sobre los años de cosecha baja o viceversa y 2) la intensidad; es la amplitud existente entre los picos y depresiones de las cosechas de los años “ON” y “OFF” (Largada, 2007).

La cantidad de flores y brotes fructíferos varían de acuerdo al año donde se encuentran los arboles; en el año “ON” el porcentaje de brotes fructíferos es superior al sesenta por ciento y sus racimos regularmente tiene un

²Borges, P. 2010. Com. personal.

número superior a cinco nueces por racimo. Además se observa un mejor amarre cuajado de frutas y por tanto, el rendimiento resulta alto. En el año "OFF", el porcentaje de brotes fructíferos es inferior a cuarenta y cinco por ciento y los racimos regularmente desarrollan diferencias menos flores, en general inferiores a cinco nueces por racimo, las que por otra parte son menos fértiles cuajan menos cantidad de frutos, lo que repercute en un menor rendimiento (Largada, 2007).

La formación de las flores se origina en las yemas vegetativas, que se transforman en yemas florales a través de los fenómenos de inducción y diferenciación floral, que ocurren a finales del verano para el nogal pecanero, cuando las nueces están creciendo. Por ello, si tenemos muchos frutos en formación, estos impiden la formación de las nuevas flores, y por lo tanto en el ciclo siguiente, habrán pocas flores y por ello, pocas frutas (Largada, 2007).

En el nogal pecanero se ha demostrado que hay una relación directa entre la concentración de carbohidratos glúcidos en las raíces de un centímetro de diámetro y la producción de nueces al en el ciclo siguiente; sugiriendo que la buena producción se alcanza cuando las raíces tiene más de 80 microgramos por miligramo de raíz (Largada, 2007).

2.9 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

Según el proyecto ProPecan desarrollado por INTA de Argentina, el árbol de pecan comienza a producir a partir del quinto o sexto año, pudiéndose lograr alrededor de cincuenta a noventa kilogramos por hectárea.

A los diez años, se espera una producción aproximada de 500 kilogramos por hectárea, lo que significa de 11 a 12 kilos por planta. A los quince años se estima una producción de 950 a 1.100 kilogramos por hectárea con un rendimiento de 21 a 24 kilos por planta.

A partir de los quince años, se deberá analizar la necesidad de efectuar una poda de aclareo raleo, a fin de mantener los niveles de rendimiento.

La producción seguirá creciendo año a año, pudiendo alcanzar los 1.800 a 2.100 kilogramos por hectárea o más, entre los 20 y 25 años.

Estos rendimientos deben ir acompañados un buen manejo, ya que, como se dijo, el Pecan presenta alternancia en la producción. Si bien la producción es creciente a medida que las plantas aumentan su edad, es

necesario suministrarles los nutrientes que requieran así como aumentar la distancia entre los árboles para evitar la competencia por luz solar, agua y nutrientes tales como nitratos, fosfatos, óxidos de potasio y Zinc, entre otros, así como también el entre cruzamiento de sus raíces (Madero, 2009a).

De acuerdo con Figueroa (2007), se consideran factores importantes en la producción de esta especie: el genotipo, elegir una adecuada variedad la correcta elección del cultivar y el portainjerto; el clima de la zona que sea adecuado para el cultivo. Así mismo, importa el manejo a que se sometan los árboles, en la plantación, la conducción, la poda; el riego, la fertilidad del suelo y la nutrición así como también en el control de las adversidades.

Los estudios conducidos sobre esta especie han demostrado que su producción se relaciona con el área de la sección transversal del tronco (AST) y que demandaría una relación hojas-fruto de seis a diez por nuez (Lagarda, 2005), con hojas de una alta eficiencia fotosintética. Las mismas deben abastecer de carbohidratos a los frutos durante el año y almacenar una adecuada cantidad de estos, para sostener la producción del siguiente año (Sparks 1996, Worley y Mullinix 1996, Godoy et al. 1999).

Entre los factores que influyen en el crecimiento y la producción del cultivo del pecan, la nutrición adecuada del cultivo es probablemente uno de los factores más importantes. Se debe tener en cuenta que una hectárea de pecan, remueven por hectárea: 9,7 kilos de nitrógeno (N) al año, 2,31 kilos de fósforo (P), 4,482 kilos de potasio (K), 0,025 kilos de magnesio (Mg), 0,034 kilos de hierro (Fe), y 0,035 kilos de zinc (Zn) (Sparks 1996, Worley y Mullinix 1996, Godoy et al. 1999).

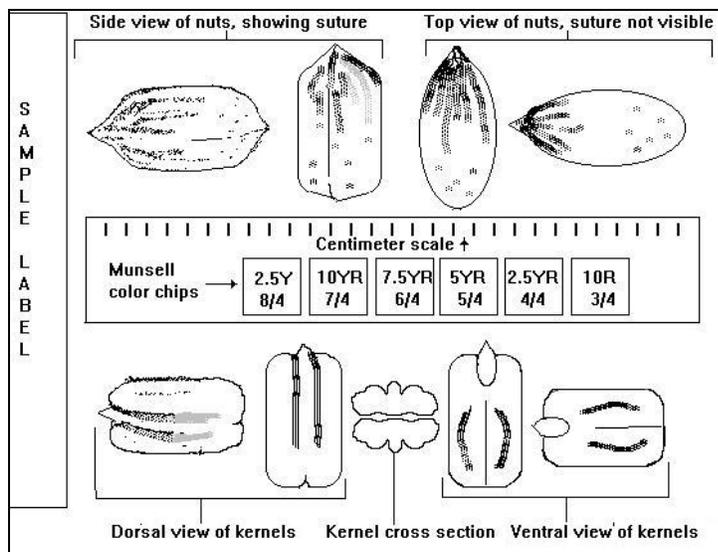
2.10 TIPOLOGÍA DE FRUTOS

Según el registro de INASE de Argentina, los frutos de pecan se pueden describir morfológicamente, y va a estar dado por las forma que se pueden visualizar desde los diferentes ángulos, forma del ápice, base color, presencia de manchas (Anexo No. 9).

El departamento de Agricultura de Estados Unidos para la descripción del fruto utiliza los siguientes parámetros (Anexo No. 10). La Figura No. 12 muestra un esquema de las distintas vistas de la nuez. Estos se podrán visualizar en el siguiente punto donde se describen los cultivares más utilizados en el País.

- Descriptor del Fruto del pecan de acuerdo al cociente entre el largo y el ancho del fruto, este último se mide la parte más ancha de la nuez.
- Tipo de ápice y base
- Forma de la sección trasversal

Figura No.12. Estándares utilizados para la descripción de cultivares en EEUU



Fuente: USDA (2012).

2.11 CARACTERÍSTICAS DE LOS CULTIVARES MÁS UTILIZADOS EN EL PAÍS

A continuación se presentan algunas características de las variedades más difundidas, según reportes publicados en Internet por varias Instituciones (ver bibliografía). Entre ellas se pueden citar: Cowley, Desirable, Mahan, Mohawk, Pawnee, Shoshoni, Stuart y Charrúa.

I. COWLEY

- Produce seis a siete frutos por racimo, nuez oblonga, de ápice agudo y base aplanada en la sección central.
- En precosecha presenta problemas de germinación.
- Es un cultivar protógino y es resistente a la sarna (complejo de hongos).

| Nueces/kg | % nuez comestible |
|-----------|-------------------|
| 132 | 52 |

II. DESIRABLE

- Es un cultivar bien conocido que cumple con el Standard de calidad para el Sudeste de Georgia (USA)
- Sus nueces son grandes y con buen llenado, presentan excelentes almendras y obtienen los mejores precios del mercado
- La nuez es de forma oblonga, de base obtusa y un ápice que varía de obtuso a obtuso- asimétrico
- Quizás su más fuerte cualidad es la habilidad para producir consistentemente cosechas de alta calidad año tras año, presentando un bajo nivel de alternancia
- Este cultivar es el más susceptible a “Sarna del Pecan” por lo que debe tenerse en cuenta la aplicación de tratamientos para su control
- No es tan resistente al frío por lo que no es aconsejable su utilización más allá del centro de la provincia de Buenos Aires
- Tipo I Protándrica
- Receptividad del Estigma última semana de octubre a primera de noviembre
- Libera el polen en la última semana de octubre

- Cosecha: en la última semana de abril

| Nueces/kg | % nuez comestible |
|-----------|-------------------|
| 105 | 51 a 51 |



III. MAHAN

- Es una nuez de gran tamaño, con cascara muy delgada lo que la hace muy buscada para los mercados “con cascara”, por ser fácilmente pelable
- Es muy susceptible a sarna. En regiones secas, no precisa tratamientos para esta enfermedad
- Por el tamaño de su nuez, requiere buenos manejos de riego y fertilización para un llenado completo. Es normal encontrar nueces en parte vacías y es por eso que su peso específico es bajo. Es valorada en el mercado llegando a pagarse hasta cinco U\$S/ Kg. de nuez con buen llenado y sin defectos
- La nuez es oblonga, con ápice y base aguda, a menudo asimétrica que parece 'pinchada' en el medio por aplanamiento de la superficie adaxial y abaxial; aplanada en sección transversal
- Protógina

- El polen es liberado a mediados a finales-temporada
- Madura tarde
- Es un cultivar muy susceptible a la sarna

| Nueces/kg | % nuez comestible |
|-----------|-------------------|
| 110 | 53 |



IV. MOHAWK

- Es un cultivar muy precoz y prolífico, originado por cruzamiento controlado entre los cultivares ' Succes ' x ' Mahan '
- La nuez es oblonga con el ápice obtuso y la base ligeramente aplanada en sección transversal
- La parte carnosa es áspera, con rayas oscuras
- Protógina
- Es susceptible a la sarna
- Madura a mitad de temporada, unos nueve días antes que 'Stuart'
- Fecha de cosecha: 15 de mayo

| Nueces/kg | % nuez comercial |
|-----------|------------------|
| 70 | 59 |



V. PAWNEE

- Es un cultivar de árboles fuertes y rectos con follaje verde oscuro, de maduración bien temprana, al menos dos semanas más temprana que 'Stuart', por lo que se obtienen generalmente mejores precios
- No es un cultivar muy precoz y se caracteriza por tener muchas nueces por racimo, frecuentemente ocho o más
- Produce buen tamaño de nuez
- Se comporta como moderada respecto a la sarna, por lo que deben considerar tratamientos eventuales para su control
- Si bien tiene una excelente calidad de almendra, debe ser cosechada rápidamente ya que se oscurece rápidamente en el almacenamiento y la almendra se mancha si la nuez se humedeció después de caer de los árboles. Tipo I- Protádrica
- Receptividad del Estigma del 20-21 al 25-26 de octubre en el hemisferio sur
- Liberación del Polen: 19 al 25 de octubre
- Se cosecha en la primera semana de abril

| Nueces/kg | % nuez comestible |
|-----------|-------------------|
| 149 | 54 a 55 |



VI. STUART

- Es un cultivar estándar de producción
- Produce una nuez: oblongo-elíptica, de ápice obtuso y base redondeada y con rayas negras en la cáscara
- Es resistente a sarna y susceptibles a áfidos
- Protógina

| Nueces/kg | % nuez comestible |
|-----------|-------------------|
| 115 | 50.1% |



VII. SHOSHONI

- Son árboles de fructificación temprana y alta producción La nuez madura temprano y es de buena calidad
- Son muy adaptables y resistentes al frío (más de -9 C)
- El tipo de árbol lo hace adaptable a plantaciones con alta densidad.
- La nuez es óvalo-elíptica, con ápice obtuso y base redondeada, comprimida lateralmente en la sección transversal.
- Es susceptible a la sarna
- Tendencia a la alternancia
- Protógina
- Fecha de cosecha: primera semana de mayo.

| Nueces/kg | % nuez comestible |
|-----------|-------------------|
| 110 | 53 |



VIII. CHARRÚA

Este es un “cultivar” conocido en Uruguay por los productores y viveros locales³ y se caracteriza por presentar frutos de tamaño chico y cascara dura. Se utiliza como polinizadora

³ Josman, R. 2011. Com. personal.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

El estudio se realizó en la temporada 2011-2012 en un establecimiento ubicado en el paraje Las Brujas, Canelones (Figura No. 13)

Las coordenadas de dicho establecimiento son las siguientes: latitud sur $34^{\circ}40'$, longitud oeste $56^{\circ}22'$, elevación 23 metros sobre el nivel del mar.

El predio en estudio se encuentra sobre la unidad cartográfica Ecilda Paullier-Las Brujas (URUGUAY. MGAP. PRENADER, s.f.).

Figura No. 13. Localización del monte de pecan en estudio



Los suelos del establecimiento se encuentran sobre las formaciones geológicas de Fray Bentos y Libertad, según la Carta Geológica 1:1.000.000 (URUGUAY. MGAP. RENARE, s.f.) y se incluyen en grupo CONEAT 10.6a (Ver descripción en anexo 1) Los suelos predominantes corresponden a Brunosoles Subéutricos, a veces Éutricos, Típicos y Lúvicos (URUGUAY. MGAP. RENARE, s.f.).

La plantación se realizó entre los años 2000 y 2001, ocupando una superficie de 4 hectáreas, con 258 plantas en total, en un marco de 12 x 12 metros.

Las variedades establecidas en el predio son nueve: Mahan, Shoshoni, Charrúa, Desirable, Cowley, Híbrido Mahan, Mohawk, Mississippi giant y Pawnee. Sin embargo, no se tiene la certeza de que se trate realmente de esos cultivares, por lo que uno de los objetivos de éste trabajo, es la correcta identificación de los mismos.

El manejo que se realiza actualmente en el establecimiento con respecto al suelo, consiste en el mantenimiento de las filas limpias mediante aplicaciones de herbicida sistémico. En cuanto a la entrefila, ésta se mantiene libre de malezas con cortas periódicas de pastera. La fertilización se realiza por un lado con aporte de fertilizantes nitrogenados al suelo de urea a la dosis de un kilo por árbol fraccionada en dos dosis: una en primavera y otra en enero y por el otro por vía foliar, con el agregado de cinco dosis, desde la brotación y hasta mediados de enero, con sulfato de Zinc a razón de 450 gramos por cada 100 litros de agua, en cada aplicación.

Se realiza un control de plagas y enfermedades tales como hormiga, pulgón y sarna en las distintas etapas del cultivo.

El monte cuenta con una instalación de riego por goteo el cual es ineficiente por su diseño y por no poseer mantenimiento.

Para la etapa de comercialización se realizó un recorrido por las distintas cadenas de supermercados así como también se visitaron distintas páginas web de ofertantes y por último se realizaron entrevistas con distintos productores vinculados al rubro que venden su producto a granel.

Se relevaron precios de venta de nueces pecan con cáscara y sin ella, al por mayor y al por menor.

Además se identificaron los tipos de envases con que la nuez llega al consumidor final (fraccionado, por kilo, etc.).

Por otra parte, el tipo de presentación también fue relevado, identificándose como producto final nueces con cáscara, peladas, peladas con forma mariposa, peladas picadas, acarameladas, saladas, etc.

Dentro de esta etapa también se hizo un relevamiento de precios de *Juglands regia* también conocido como nogal común, en dos grandes cadenas de supermercados.

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se seleccionaron cuatro grupos de “cultivares” diferentes entre sí, los cuales fueron indicados por el productor, según el tamaño del fruto. Cada árbol representara una unidad experimental; se evaluaron veintidós plantas en total, cinco o seis por cada cultivar señalado por el productor.

Para realizar el seguimiento del ciclo fenológico, se eligieron al azar dos ramas por árbol, una con orientación norte y otra con orientación sur. Las ramas seleccionadas, de un año de edad tenían un largo promedio de 32 cms. Las mismas fueron evaluadas a lo largo de todo el periodo: en brotación, en floración y en fructificación.

3.2.1 Relevamientos realizados

Las parámetros relevados en el período brotación-floración y fructificación-cosecha fueron las siguientes: número de brotes, número de amentos (flor masculina), inflorescencia femenina, momento de polinización y cuajado, evaluación del crecimiento del fruto y rendimiento por árbol seleccionado.

Las observaciones y mediciones fueron semanales. Sobre las ramas marcadas se evaluaron: fenología, según la escala de Frusso (2007, 2009), número de flores por inflorescencia, tanto masculina como femenina, momento de aparición de las mismas, número de flores polinizadas, momento y duración del periodo de liberación del polen, número de frutos cuajados, evaluación de ondas de caída y de crecimiento del fruto y cosecha.

La ubicación de cada árbol se midió con GPS (Garmi eTrex 20) y se tomó la medida del diámetro del tronco mediante una forcípula (gisiberica) (Calibre para medir diámetro) a una altura de 30 cm de suelo, con el objetivo de seleccionar árboles homogéneos entre sí dentro de cada cultivar. En cada rama de un año de edad (Norte y Sur) seleccionada, se midió la longitud con una cinta métrica.

Semanalmente se fueron contabilizando los brotes foliares al igual que las estructuras reproductivas (femeninas y masculinas).

Una vez cuajados los frutos, mediante un calibre (mitotuyo) se midió el diámetro, y la longitud del fruto y se contabilizaron los frutos por racimo, de cada rama.

En la cosecha se evaluó el rendimiento de los arboles con la variable kg/árbol, para la cual se utilizó una balanza digital (OHAUS Scout® Pro) escala en gramo. De los frutos cosechados de cada variedad se tomaron muestras de 20 frutos, a los cuales se les midió largo y diámetro. Además, estas muestras, se pesaron semanalmente para evaluar las pérdidas de humedad y cuantificar el proceso de secado.

La cosecha se realizó manualmente una vez que el ruezno se separó de la nuez. Para esto, se colocó una lona debajo del árbol y se sacudió el mismo. Los frutos cosechados se colocaron en una bolsa de plastillera de red. Cada bolsa se enumeró con el número de árbol correspondiente, se pesaron y se almacenaron en el galpón del establecimiento. Para una mejor aireación de los frutos se colgaron las bolsas del techo y semanalmente fueron movidas por el encargado del campo.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el programa infoStata, el cual se utilizó para obtener resultados estadístico.

Para la realización de este trabajo, fue necesario utilizar: además de los ya mencionados; escalera, cinta métrica, cámara de fotos, bolsas plastillera tipo red, lona para cosechar frutos.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo del periodo de estudio se pudo observar que los árboles seleccionados para realizar las mediciones, que supuestamente según el productor pertenecían a los mismos cultivares, no concordaban en su evolución fenológica y tampoco con la morfología de los frutos entre sí, como se hubiese esperado si se tratara efectivamente del mismo cultivar.

Por lo tanto se analizaron los resultados tomando a cada árbol como una unidad experimental. Una vez finalizado el periodo de observación, se intentó agrupar las unidades que tenían el mismo comportamiento y el mismo tipo de fruto.

De los veintidós árboles en estudios se pudieron observar once tipos diferentes tanto a nivel de fenología, de hábitos de crecimiento, y de frutos.

4.1 CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA EN EL PERIODO DE ESTUDIO

A los efectos de caracterizar climáticamente el periodo en el que se realizó el estudio, se presentan los valores de acumulación de unidades de frío, de HR y de precipitación, aportadas por la estación INIA “Wilson Ferreira Aldunate” de Las Brujas, por tratarse de la estación meteorológica más cercana al predio (ubicada a 4 km).

4.1.1 Acumulación de unidades de frío

Para cuantificar la ocurrencia de frío invernal, se utilizan los modelos propuestos por Weinberger (1950), Richardson et al. (1974). El primero contabiliza las cantidades de horas con temperaturas menores a 7,2^oC. El segundo modelo consiste en contar las unidades de frío, en base a un rango de efectividad en la acumulación de horas de frío.

Para determinar la ocurrencia de frío invernal en ambos modelos se tomaron las fechas desde el primero de junio hasta el 31 de agosto del 2011. Ambos datos fueron extraídos de la base de Datos del INIA “W FA” de Las Brujas (Cuadro No. 3).

Cuadro No. 3. Ocurrencia de frío invernal 2011

| | |
|-------------------------------|------|
| Horas menores a 7,2 °C | 564 |
| Unidades de frío (Richardson) | 1094 |

Fuente: elaboración propia con datos de INIA Las Brujas

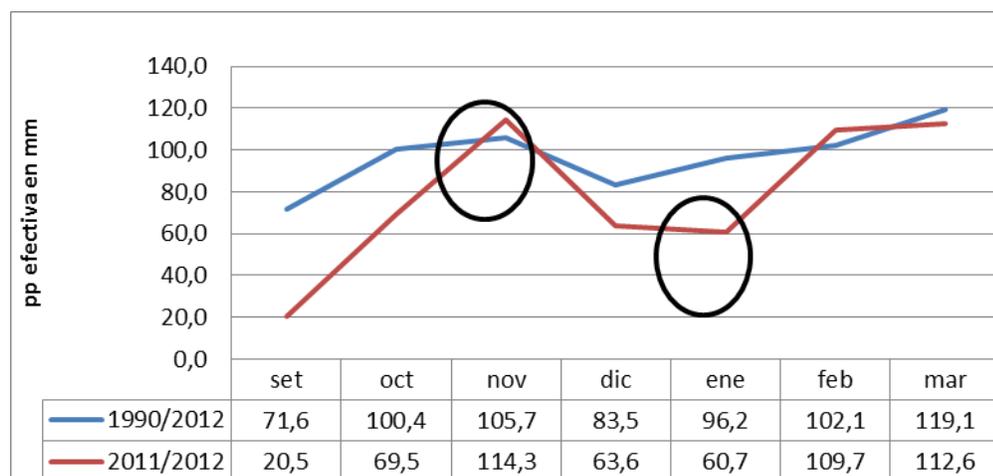
Contarin y Curbelo (1987) zonificaron el país según la ocurrencia de frío y el comportamiento de los durazneros. Señalan que la media de horas de frío en todo el país es de 508 horas, sin embargo si se miden en unidades de frío, por el método Richardson, el valor es mayor. El modelo de Richardson tiene en cuenta la diferente eficiencia del frío según un rango de temperaturas y explica mejor el comportamiento de los frutales en nuestro país.

Madden y Tisdale (1975) mencionan que los requerimientos de frío para pecan van de 350 a 600 horas de frío según las los cultivares, no se encontraron datos sobre el requerimiento en Unidades de frío (método Richardson) para la especie en estudio. En base a los datos obtenidos se puede decir que en el invierno 2011, previo a la temporada en la que se realizó el estudio, se cumplieron adecuadamente los requerimientos de frío del cultivo.

4.1.2 Precipitación

En el periodo entre septiembre 2011 y marzo 2012 se totalizó un déficit acumulado de 128 mm, con respecto al promedio histórico 1990-2012 (Figura No.14).

Figura No.14. Precipitaciones ocurridas entre setiembre 2011 y marzo 2012 y promedios históricos 1990/2012



Fuente: elaboración propia con datos INIA Las Brujas

Los periodos de setiembre a diciembre corresponden a las etapas de brotación, floración, fecundación y multiplicación celular del fruto y de enero a marzo, corresponde al crecimiento y maduración de fruto, el periodo llamado de "llenado" de la nuez.

Durante el primer periodo en 2011, se produjo un déficit acumulado del 74 % respecto a la media 1990-2012 y en el segundo periodo, un déficit acumulado del 89% (Anexo No.3).

Se observan dos situaciones que se alejan de la media, una en noviembre, con exceso de agua al compararla con la media histórica, lo que podría estar afectando la polinización y un pico en enero, con menor precipitación que la media histórica, que puede afectar el llenado de la nuez.

Con esta información se realizó el balance hídrico para el periodo setiembre 2011- marzo 2012, para el cual además de las precipitaciones se consideró la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o) usando datos de tanque evaporímetro clase A. El coeficiente del cultivo (K_c) (Anexo No. 5) se

obtuvo de una tabla proporcionada por FAO, con valores de referencia de Kc aplicables a árboles caducifolios frutales y de nuez. La capacidad de almacenamiento de agua potencialmente disponible neta de la unidad del suelo en la que está implantado el monte es según Molfino (2009), de 119 mm.

El primero que se presenta es la estimación de la demanda hídrica del pecan a partir de ETo calculada a partir de tanque evaporímetro clase A de la localidad de Las Brujas donde se encuentra el predio en estudio (datos de INIA "W FA" Las Brujas) (Cuadro No. 4).

Cuadro No. 4. Demanda hídrica del pecan

| 2011/2012 | | | | | Demanda hídrica | | Déficit de agua |
|------------------|-------------|-----------|-------------------|--------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Meses | Días | Kc | ETo mm/día | ETc mm/días | ETc mm/mes | precipitación mm/mes | |
| setiembre | 30 | 0,85 | 2,45 | 2,1 | 63 | 21 | 42 |
| octubre | 31 | 0,95 | 2,92 | 2,8 | 86 | 70 | 16 |
| noviembre | 30 | 1,05 | 5,08 | 5,3 | 160 | 114 | 46 |
| diciembre | 31 | 1,15 | 4,94 | 5,7 | 176 | 64 | 112 |
| enero | 31 | 1,15 | 5,92 | 6,8 | 211 | 61 | 150 |
| febrero | 28 | 1,15 | 4,61 | 5,3 | 148 | 110 | 38 |
| marzo | 31 | 1,10 | 4,29 | 4,7 | 146 | 113 | 33 |
| Total | | | | | 990 | 553 | 437 |

Fuente: elaboración propia con datos INIA Las Brujas

El segundo balance hídrico se calculó teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo desde el mes de mayo 2011, para poder tener una mayor aproximación del almacenamiento de agua en el suelo (Cuadro No. 5).

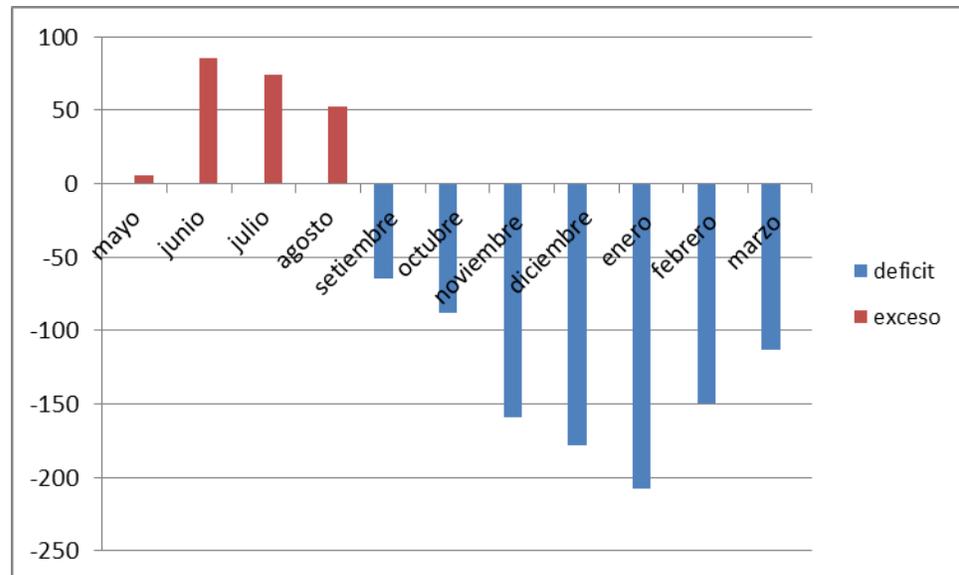
Cuadro No.5. Datos de evaporación de tanque A

| ETo | Evaporación Tanque "A" mm/ días | | |
|------------|--|-------------------------------------|------------|
| | Eo, promedio, mm/día | Coefficiente de Tanque A | ETo |
| mayo | 2,1 | 0,65 | 1,4 |
| junio | 1,47 | 0,62 | 0,9 |
| julio | 1,81 | 0,58 | 1,0 |
| agosto | 2,04 | 0,63 | 1,3 |
| setiembre | 3,78 | 0,65 | 2,45 |
| octubre | 4,30 | 0,68 | 2,92 |
| noviembre | 7,06 | 0,72 | 5,08 |
| diciembre | 6,96 | 0,71 | 4,94 |
| enero | 8,33 | 0,71 | 5,92 |
| febrero | 6,40 | 0,72 | 4,61 |
| marzo | 6,04 | 0,71 | 4,29 |

Fuente: elaboración propia con datos de INIA Las Brujas

Ambos balances permiten afirmar que desde setiembre a marzo hubo déficit hídrico, presentándose mayor déficit en el periodo de estado acuoso del fruto. La mayor demanda hídrica del cultivo se presenta en los meses de diciembre y enero, en el período de estudio ocurrió un déficit hídrico total de 385mm (Figura No.15).

Figura No. 15. Balance hídrico del período mayo 2011 a marzo 2012



Fuente: elaboración propia con datos de INIA Las Brujas

Este aspecto no fue corregido por el productor por no contar con riego adecuado, y puede haber afectado el rendimiento de los árboles. Según Godoy et al. (2000) el agua es el principal factor de manejo que permite una alta tasa fotosintética de las hojas y en consecuencia, alta calidad y producción de nueces.

Valdez y Durón (2009) afirman que la disponibilidad de agua para el nogal es función de la cantidad y la oportunidad con que se suministra al suelo, por lo que si se desean producciones sostenibles a través de los años, deberá mantenerse un nivel adecuado de agua que permita al árbol abastecer sus estructuras acorde a la demanda, según la etapa fenológica y al tamaño del árbol. En la temporada en estudio, este aporte hídrico constante parece no haber ocurrido.

4.1.3 Humedad relativa

El estudio de esta variable es importante principalmente en el periodo de liberación de polen: fin de octubre a mediados de noviembre (Cuadro No. 6).

Cuadro No.6. Humedad relativa periodo setiembre 2011-febrero 2012

| Meses | Humedad relativa | | |
|-----------|------------------|-------|--------|
| | Mínima | Media | Máxima |
| setiembre | 52 | 67 | 87 |
| octubre | 52 | 70 | 85 |
| noviembre | 50 | 62 | 84 |
| diciembre | 50 | 65 | 84 |
| enero | 47 | 59 | 81 |
| febrero | 49 | 68 | 87 |

Fuente: elaboración propia con datos de INIA Las Brujas

Según Brison (1976), cuando la humedad relativa (HR) durante el periodo de polinización es superior al ochenta por ciento se limita la polinización efectiva debido a que las anteras no abren para liberar el polen; y además ésta promueve el desarrollo de enfermedades fungosas que atacan al follaje.

En octubre de 2011, la máxima HR fue del 85%, durante los primeros días del mes (aún no se había liberado el polen) y a fin de mes se presentaron tres días consecutivos con una HR del 81% pero sin precipitación: estos días podrían haber afectado la polinización. En noviembre, la máxima HR fue del 84%, y ocurrió solo un día, el 20 de noviembre. Desde principio de mes hasta el 20 de noviembre, la humedad relativa se mantuvo en el entorno del 62 %, por lo que parecería que no se dieron condiciones atmosféricas que hubieran perjudicado el transporte del polen. Los días de alta HR no fueron excesivos, por lo que se considera que el periodo de polinización fue propicio para el transporte de polen por el viento.

4.2 PLAGAS, ENFERMEDADES Y DESÓRDENES NUTRICIONALES

Durante el periodo de estudio se pudo observar que el cultivo presentó:

- a) Ataque de Pulgón amarillo (*Monelia caryella*), que se produjo uno en primavera y otro en verano, en todos los árboles,
- b) Ataque de sarna (*Clamidosporium*). Se observó en diciembre y enero en algunos árboles mientras que otros mantuvieron durante todo el ciclo, la presencia de manchas en hoja
- c) Deficiencias de Zinc. Si bien no se trata de una plaga o enfermedad, la especie es muy susceptible a esta deficiencia, hecho que pudo ser constatado en algunos árboles que presentaron deficiencia de este micronutriente. Se observaron síntomas en hoja que fueron comprobados por el análisis foliar realizado en diciembre. Las aplicaciones de fertilizante foliar son realizadas por el productor con tractor y atomizadora, con dosis de 300 gramos de sulfato de Zinc y 100 gramos de cal cada 100 litros de agua, que aplica desde la brotación hasta fin de diciembre cada quince días.

Luego de las aplicaciones de rutina, se observó fitotoxicidad en las plantas lo que provocó caída de las hojas siete a diez días después de las aplicaciones.

En ninguno de los casos se cuantificó el daño causado por plagas, enfermedades o fitotoxicidad.

4.3 ANÁLISIS DE LAS FASES ANUALES: VEGETATIVA Y REPRODUCTIVA

4.3.1 Brotación y floración

Durante el periodo vegetativo de los diferentes árboles en estudio, se observó que no existe diferencia considerable en la duración del periodo vegetativo del pecan. Según Largada (1978) el periodo vegetativo varía de 240 a 270 días, considerándolo desde la brotación, a fines de setiembre (HS), y hasta la defoliación natural, a fines de mayo. La longitud del ciclo evaluado concuerda con la bibliografía, ya que el periodo desde brotación a mediados de setiembre, hasta caída de hojas a fines de mayo, fue de 270 días. Los cultivares

iniciaron la brotación en la segunda quincena de setiembre, encontrando diferencias en algunos casos de hasta 10 días aproximadamente.

De acuerdo con lo señalado por Madden (1979), se observó que cuando la yema brota, aparecen tres amentos en cada lado del brote, los cuales, según el mismo autor, son capaces de producir más de 10 millones de granos de polen.

La brotación de la yema según Godoy (1996), varía en función del clima prevaleciente al inicio de la temporada. Por lo general, los amentos aparecen entre la segunda y tercera semana de octubre. En el año de estudio, se pudo observar la aparición de los amentos a comienzos de octubre.

El inicio de la brotación comenzó el 16 de setiembre. A partir de esa fecha se pudo aplicar la escala fenológica de Frusso (2007), que define los diferentes estados de brotación (ver revisión bibliográfica Desarrollo vegetativo y la Figura No.16).

Figura No.16. Calendario de brotación

| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6/V7/V8 |
|----------|----------------------------|------|------|------|-------|----------------|
| A | fin mayo a mediados de sep | 16-9 | 27-9 | | 1-10 | 8-10 al 20-11 |
| B | fin mayo a mediados de sep | | 16-9 | 27-9 | 8-10 | 17-10 al 20-11 |
| C | fin mayo a mediados de sep | | 16-9 | 27-9 | 8-10 | 17-10 al 12-11 |
| D | fin mayo a mediados de sep | | 16-9 | 27-9 | 8-10 | 17-10 al 12-11 |
| E | fin mayo a mediados de sep | | 16-9 | 27-9 | 1-10 | 8-10 al 12-11 |
| F | fin mayo a mediados de sep | | 16-9 | | 27-9 | 1-10 al 28-10 |
| G | fin mayo a mediados de sep | 16-9 | 27-9 | | 17-10 | 20-11 |
| H | fin mayo a mediados de sep | 16-9 | | 27-9 | 17-10 | 20-11 |
| I | fin mayo a mediados de sep | 16-9 | 27-9 | | 17-10 | 20-11 |
| J | fin mayo a mediados de sep | 16-9 | | 27-9 | 1-10 | 8-10 al 20-11 |
| k | fin mayo a mediados de sep | 16-9 | | 27-9 | 1-10 | 8-10 al 20-11 |

Fuente: elaboración propia

Referencia:

| | |
|----------|------------------------------|
| V1 | Yema dormida |
| V2 | Yema hinchada |
| V3 | Yema rajada exterior |
| V4 | Yema rajada partida interior |
| V5 | Hojas expandidas |
| V6/V7/V8 | Foliolos expandido |

Se pudo observar que el brote vegetativo comenzó a crecer en la segunda quincena de setiembre (16 de setiembre) y continuó creciendo una vez que las yemas primarias reproductivas (flor masculina) crecieron en forma completa (fin de octubre- principio de noviembre). La flor masculina comenzó su crecimiento los primeros días de octubre, 15 días después del comienzo de la brotación vegetativa, cuando se encuentran en la fase de hojas expandidas (V5) y los folíolos se comienzan a visualizar (V6).

Las flores femeninas comenzaron a aparecer aproximadamente un mes después del inicio de la brotación, esto coincide con Godoy (1996), que señala que las flores femeninas aparecen 31 días después de la brotación (Foto No. 1).

Foto No.1. Diferentes estados de brotación



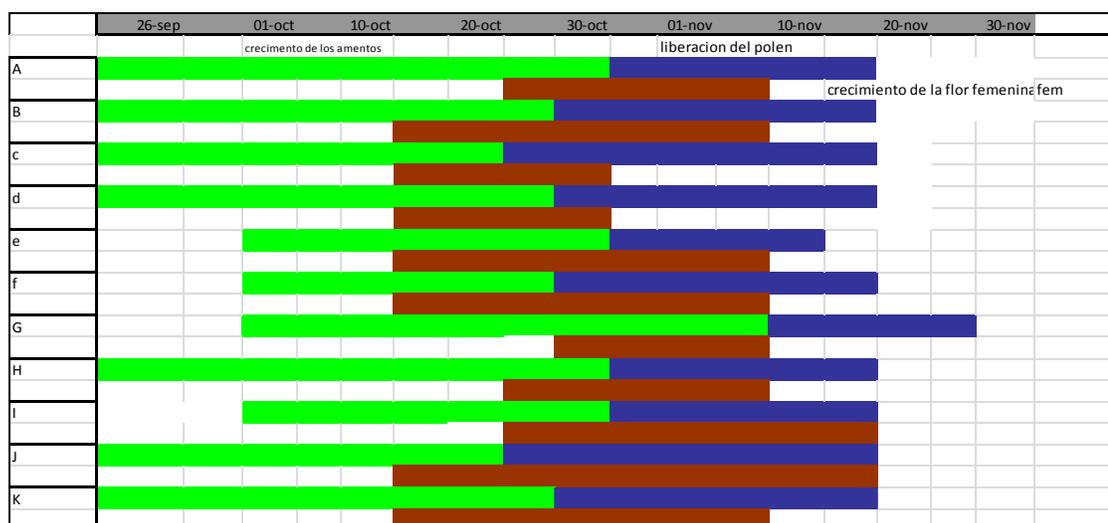
Según Herrera (1996) los brotes producen generalmente de ocho a diez hojas compuestas, cada una de las cuales tiene de 13 a 17 folíolos, requiriéndose como mínimo 6 hojas por cada fruto para que este se pueda llenar bien. En los árboles en estudio se pudo observar que las hojas compuestas están formadas en su mayoría por 9 a 15 folíolos.

A continuación se presenta la Figura No. 17 con escala de floración de los diferentes árboles en estudio, en esta se agrupan los datos de aquellos árboles que presentaron igual comportamiento de floración e igual morfología de frutos. Los grupos se presentan con una letra (A hasta la K).

En este caso los datos no se presentan con las etapas de desarrollo reproductivo que presenta Frusso (2007), debido a que no se tiene identificado con exactitud el periodo del estigma receptivo, comienzo de liberación de polen y los diferentes estados de crecimiento de la nuez.

Los datos que se presentan en la escala son la cronología desde la aparición de la flor masculina, su crecimiento, y la época de liberación del polen, y en el caso de la flor femenina la escala representa desde que se visualizó la flor, su crecimiento hasta el cuajado de las mismas.

Figura No. 17. Escala de floración según grupo de planta con similar comportamiento



Fuente: elaboración propia

| Referencias | | | |
|--|--|--|--|
| [Crecimiento de los amentos] | crecimiento de los amentos | | |
| [Liberación de polen] | liberación de polen | | |
| [Crecimiento y receptividad del estigma] | crecimiento y receptividad del estigma | | |

Los amentos masculinos se agruparon en su mayoría de 3 a 4 por yema de un año de edad, y se observaron un promedio de 25 amentos (número medio 1.7 amento por centímetro de rama) en la rama del año. El periodo de crecimiento duró aproximadamente un mes, alcanzando un promedio de largo de amento de 8 cm. El periodo de liberación del polen duró aproximadamente

20 días. En algunos cultivares el periodo fue más largo, en otras levemente más corto (Foto No. 2).

Foto No. 2. Amentos masculinos



Se observó que las inflorescencias femeninas estaban agrupadas en racimos desde una hasta cinco, en el brote terminal del año. Estas se componen de una hasta nueve flores (Foto No. 3).

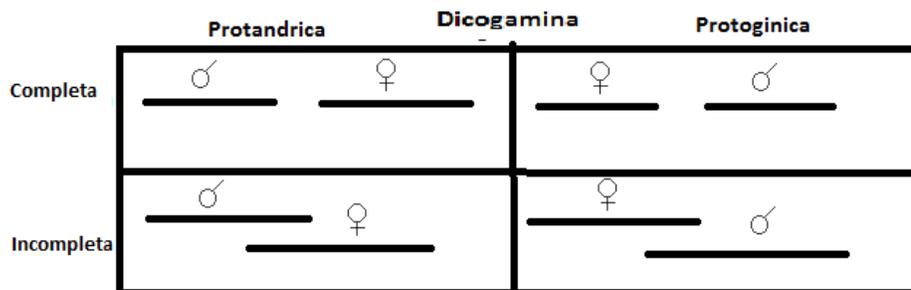
Foto No 3. Amentos desarrollados, que liberaron polen con la caída posterior de los amentos



Esto concuerda con Brison (1992), quien menciona que las inflorescencias femeninas están compuestas de tres a diez flores.

Según Herrera (1996), los estigmas de las flores femeninas se vuelven receptivos, después de la liberación del polen, lo cual se conoce como dicogamia protándrica o bien antes que el polen sea liberado, denominado dicogamia protógina. Según Cortes, citado por Arreola et al. (2000) este fenómeno puede ser completo si la liberación del polen y la receptividad de la flor ocurren en periodos separados o bien incompleto, cuando parte de ellos coinciden (Figura No.18).

Figura No. 18. Formas de dicogamia que presenta el pecan



Fuente: Cortes, citado por Arreola et al. (2000)

En los árboles en estudio, si bien no se tiene la fecha exacta de la receptividad del estigma se puede decir que los grupos de árboles C, D y G, podrían tener un comportamiento protógino, ya que la flor femenina estaría con el estigma receptivo cuando el polen de la flor masculina estaría comenzando a liberar el polen. Para el resto de los grupos el polen comienza a ser liberado cuando la flor femenina estaría en crecimiento, por lo que tendrían un comportamiento protándrico. También puede ocurrir algo de autopolinización ya que existe un breve periodo en que coincide la liberación con la receptividad del estigma.

Considerando que el pecan requiere polinización cruzada y que ésta se realiza principalmente por el viento, se requiere combinar al menos dos cultivares para que se complementen en la polinización.

Se contabilizó un promedio de flores por rama de 16 flores terminales que van desde las 6 hasta 25 flores agrupadas en racimos de 3, 4 y hasta 8 flores. Algunos árboles presentaron una inflorescencia por rama y otros hasta seis 6 inflorescencias por rama.

Foto No. 4. Inflorescencia femenina



Inflorescencia
Femenina

El porcentaje de cuajado que se presentó en las diferentes ramas de los árboles, expresó un promedio de 73% (Cuadro No. 7). Según Arreola y Largada (1994), posteriormente a la fertilización se presenta la primer caída de flores normales no polinizadas, aunque algunas de las flores polinizadas se pueden caer debido a que los carbohidratos se agotaron en el crecimiento inicial y las nueces no se nutrieron adecuadamente. Este porcentaje de cuajado al compararlo con otros frutales, es alto. Gautier (1973), estima que una tasa de fecundación debe ser estimada en un 5% para manzanas, 13,5% para perales y 50% para el cerezo Para el olivo según Lavee, citado por Porras et al. (s.f.), la tasa de cuajado oscila entre un 1 a 2 %.

Cuadro No. 7. Porcentaje de cuajado

| Promedio en rama norte y sur | | | |
|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| | Flores iniciales | Flores cuajadas | % de cuajado |
| 1 | 9.5 | 8 | 84 |
| 2 | 16.5 | 10 | 61 |
| 3 | 16.5 | 12 | 73 |
| 4 | 15 | 8.5 | 57 |
| 5 | 9 | 7.5 | 83 |
| 6 | 13.5 | 11 | 81 |
| 7 | 22 | 9 | 41 |
| 8 | 16 | 9.5 | 59 |
| 9 | 20.5 | 12.5 | 61 |
| 10 | 19.5 | 15.5 | 79 |
| 12 | 20 | 16.5 | 83 |
| 13 | 25 | 22.5 | 90 |
| 14 | 25 | 18 | 72 |
| 15 | 9.5 | 7 | 74 |
| 16 | 19.5 | 15 | 77 |
| 17 | 14 | 13 | 93 |
| 18 | 19 | 13.5 | 71 |
| 19 | 16 | 12.5 | 78 |
| 20 | 9.5 | 6 | 63 |
| 21 | 13.5 | 8.5 | 63 |
| 22 | 6.5 | 6.5 | 100 |
| 23 | 16 | 10 | 63 |
| Promedio | 16 | 12 | 73 |
| Desvio est | 5 | 4 | 14 |
| Varianza | 25 | 16 | 181 |
| % CV | 31 | 35 | 19 |

Fuente: elaboración propia

El porcentaje de cuajado fue alto ya que hay un promedio del 73 % de flores que cuajaron, con un coeficiente de variación del 19%. Se observó una caída del 26% de las flores, lo cual coincide con Madden et al. (1975), que indica que la primera caída es de flores débiles y mal desarrolladas y de flores normales no polinizadas, fenómenos que ocurrieron desde mediados a fines de noviembre (Foto No. 4).

Foto No.5. Flores cuajadas



4.4 FRUCTIFICACIÓN

Las primeras medidas de frutos se realizaron a comienzos de diciembre y se contabilizaron los frutos por racimo y por rama seleccionada y se midieron el largo y ancho de los mismos. Para poder simplificar los datos, se promediaron los valores de ambas ramas. El número de frutos en los árboles en observación, fueron diferentes, encontrando ramas con alto número de frutos y con diferentes números de frutos por racimo. Según Madero y Frusso (2009b) se puede tener una estimación de la cosecha mediante el conteo de diez brotes al azar, contando la cantidad de ramilletes de frutos. Es así que se estableció que cuando se encuentran tres frutos en diez brotes es dable esperar una baja producción, cuando se encuentran cinco frutos en diez brotes la producción será buena, y cuando fueran siete frutos en diez brotes, se deberá esperar una cosecha importante.

En las ramas evaluadas el número de frutos por racimo fue muy variable, se contabilizaron racimos desde un fruto hasta un máximo de ocho frutos (Foto No. 6).

Foto No. 6. Frutos por rama



En las primeras mediciones, el número de frutos por rama era alto, pero las sucesivas ondas de caída provocaron una disminución de la cantidad de frutos. Según lo indicado por Madero y Fusso (2009b), se puede afirmar que no todos los árboles presentaban buena cosecha, mientras otros sí, por lo que se podría suponer que algunos se encontraban en año de baja producción: año “off”, mientras que otros se encontraban en año alta producción: año “on”. Esta diferencia de comportamiento entre los distintos árboles, puede ser deseable para que no ocurra una bajada generalizada de la producción, como podría suceder si todas las plantas estuvieran en año “off”, situación que afectaría la fase comercial y económica del cultivo, según fue citado por Largada (2007).

Para realizar el análisis estadístico, se promediaron los frutos por rama y por árbol y se calculó la tasa de caída de los frutos en dos épocas: la primera cuando se observó una caída de frutos importante y la segunda al final de la maduración de los frutos. Se obtuvo así el porcentaje de frutos remanentes frente a los cuajados. Debido a que los árboles tuvieron diferentes comportamientos, se calculó la moda o valor modal del porcentaje de caída, para conocer el valor más frecuente dentro del rango de datos (Cuadro No.8).

Cuadro No. 8. Números promedio de frutos presentes en las ramas en estudio de los diferentes árboles

| Árbol | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|------|--|--|
| Fechas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | % prome. | Moda | | |
| 6-Dec | 8 | 11 | 12 | 9 | 8 | 17 | 14 | 10 | 12 | 16 | 19 | 16 | 18 | 7 | 15 | 14 | 19 | 12 | 7 | 9 | 7 | 12 | 100 | | | |
| 12-Dec | 8 | 10 | 12 | 9 | 8 | 14 | 14 | 10 | 9 | 16 | 17 | 15 | 18 | 7 | 15 | 13 | 19 | 12 | 7 | 9 | 7 | 12 | | | | |
| 21-Dec | 6 | 9 | 12 | 9 | 8 | 8 | 14 | 10 | 9 | 16 | 17 | 15 | 18 | 7 | 15 | 13 | 19 | 12 | 5 | 9 | 7 | 10 | | | | |
| 29-Dec | 6 | 6 | 12 | 7 | 8 | 4 | 12 | 10 | 8 | 13 | 6 | 14 | 17 | 6 | 13 | 12 | 17 | 12 | 4 | 7 | 6 | 8 | | | | |
| 9-Jan | 5 | 4 | 12 | 5 | 4 | 3 | 9 | 5 | 3 | 12 | 3 | 9 | 16 | 6 | 11 | 10 | 15 | 8 | 4 | 7 | 6 | 5 | | | | |
| % remanente | 63 | 38 | 96 | 56 | 50 | 18 | 67 | 47 | 22 | 74 | 14 | 58 | 89 | 79 | 76 | 70 | 78 | 63 | 54 | 76 | 85 | 42 | 60 | 63 | | |
| 23-Jan | 5 | 3 | 12 | 4 | 4 | 3 | 9 | 4 | 3 | 11 | 2 | 8 | 9 | 4 | 10 | 9 | 10 | 7 | 4 | 7 | 6 | 5 | | | | |
| 3-Feb | 5 | 3 | 12 | 3 | 4 | 2 | 9 | 4 | 3 | 10 | 2 | 8 | 9 | 4 | 10 | 8 | 9 | 6 | 4 | 7 | 6 | 5 | | | | |
| 13-Feb | 5 | 3 | 11 | 3 | 4 | 2 | 9 | 4 | 2 | 10 | 2 | 8 | 9 | 4 | 10 | 8 | 9 | 5 | 4 | 7 | 6 | 5 | | | | |
| 21-Feb | 5 | 3 | 11 | 3 | 4 | 2 | 9 | 4 | 2 | 8 | 2 | 8 | 9 | 4 | 10 | 8 | 9 | 5 | 4 | 6 | 6 | 4 | | | | |
| 5-Mar | 4 | 3 | 11 | 3 | 4 | 2 | 9 | 4 | 2 | 8 | 2 | 8 | 9 | 4 | 10 | 8 | 9 | 5 | 4 | 6 | 6 | 4 | | | | |
| 17-Mar | 4 | 3 | 11 | 3 | 4 | 2 | 8 | 4 | 2 | 8 | 2 | 8 | 4 | 4 | 10 | 8 | 9 | 5 | 4 | 6 | 6 | 4 | | | | |
| % remanente | 44 | 29 | 92 | 28 | 44 | 9 | 59 | 37 | 17 | 48 | 11 | 48 | 22 | 50 | 66 | 56 | 46 | 38 | 54 | 71 | 85 | 33 | 45 | 44 | | |
| Diferencia de % | 19 | 10 | 4 | 28 | 6 | 9 | 7 | 11 | 4 | 26 | 3 | 10 | 67 | 29 | 10 | 15 | 32 | 25 | 0 | 6 | 0 | 8 | 15 | 0 | | |

Fuente: elaboración propia

El porcentaje de frutos que llegó a cosecha de los diferentes árboles es un dato muy variable, ya que oscila entre el 9 % y el 92%, teniendo una moda de 44 % de frutos remanentes en el árbol.

Se pudo observar una onda de caída de frutos a fin de diciembre-principio de enero, presentando una moda de frutos remanentes del 63 %, lo que significa una caída del 37 % de los frutos. Esta caída correspondería a la segunda onda de caída de frutos, la primera caída se dio a mediados de noviembre con las flores que no fueron fecundadas a mal formadas lo cual correspondió una caída del 26 % de la flores.

Esto no coincide con Sparks y Madden (1997) quienes afirman que aproximadamente el 25% del total de las nueces producidas se caen durante la primera y segunda caída. Las ondas de caída, de acuerdo a Sparks y Heath (1972), Madden et al. (1975), Sparks (1986) se deben, en la primer caída, a flores débiles y mal desarrolladas y a flores normales no polinizadas, pero esta caída se observó desde mediados a fines de noviembre La segunda caída se presentó en diciembre-enero durante el estado acuoso e incluyó flores que no

fueron fertilizadas y nueces pequeñas, que según los autores citados caen por insuficiencia nutrimental nutricional del embrión o razones hormonales.

Se observó una tercera onda de caída en el mes de febrero, la cual se dio en diferentes momentos del mes hasta llegar a fin de marzo, con un promedio de caída del 15 % de los frutos remanentes de la segunda caída. De acuerdo con Sparks y Heath (1972), Madden et al. (1975), Sparks (1986), ocurre la tercera onda de caída en febrero que se considera causada por el aborto del embrión, asociada al rápido incremento del peso seco de la almendra, lo que implica una competencia nutricional entre los frutos y entre las hojas.

Se observó mayor caída en aquellas ramas que comenzaron con mayor número de frutos, salvo un caso que presentó un alto número de frutos (12 frutos en promedio en las ramas) y llegó a la cosecha con un 92% de los frutos. Este, fue el caso del árbol número 3. El otro caso que llegó con un 85% de frutos, fue el árbol 22, el cual comenzó con siete 7 frutos por ramas.

De acuerdo al estudio hídrico ya presentado se pudo observar un déficit de agua en estos periodos, por lo cual puede ser una de las razones de la caída de los frutos.

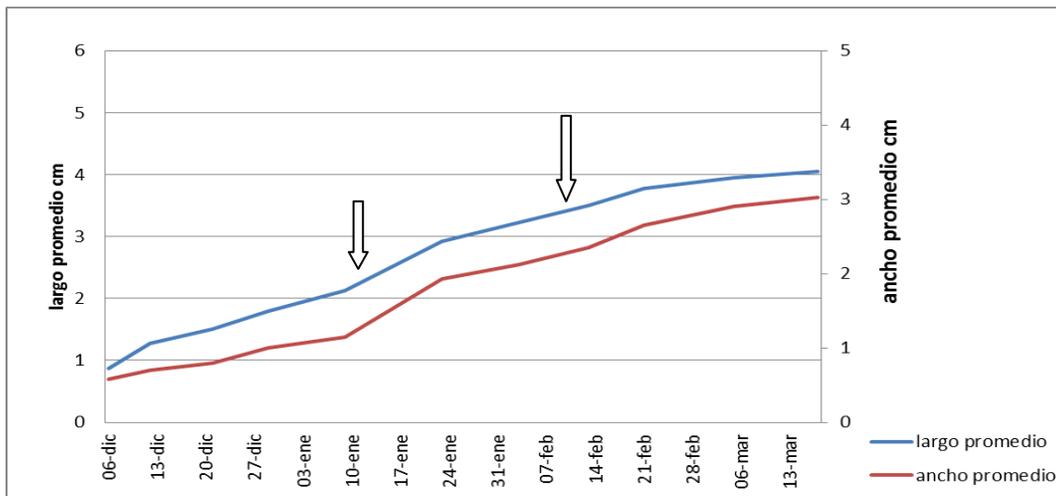
La mayoría de los árboles llegaron a la cosecha con la mitad de los frutos. Esto daría la pauta de lo importante que es el manejo tanto hídrico como nutricional en la producción del pecan.

Para poder medir el crecimiento de los frutos se debería haber tomado durante cada semana muestras representativas para observar los diferentes estados de crecimiento del mismo: el estado acuoso, el de endurecimiento de la cascara, así como el peso seco de la nuez como del ruezno a lo largo del ciclo de crecimiento. Estos estados se evalúan, según la bibliografía, a través del corte de frutos, lo cual es un método destructivo. Al tratarse, el sitio en estudio, de un predio comercial, se decidió no aplicar dicho sistema.

Debido a esto el crecimiento del fruto se evaluó a través de la utilización de las medidas de largo y ancho de los frutos en las ramas seleccionadas.

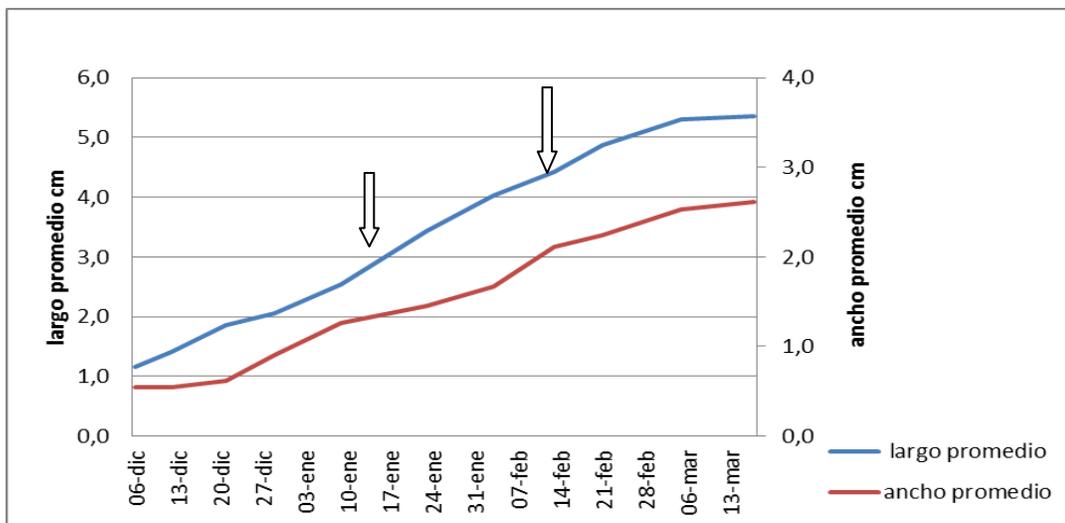
Para poder representar estas medidas se eligieron frutos con forma redonda y frutos de forma alargada. Para cada uno, se promedió el largo y el ancho de ambas ramas (Figura No.19 y 20).

Figura No. 19. Crecimiento de largo y ancho de frutos esféricos



Fuente: elaboracion propia.

Figura No. 20. Crecimiento en largo y ancho de frutos alargados



Fuente: elaboracion propia.

Las figuras representan una curva doble sigmoide, la cual estaría presentando los diferentes procesos en el desarrollo del fruto, en acuerdo con Gratacos, citado por Pizarro (2010).

Con los datos obtenidos de largo y ancho se puede estimar la fecha del inicio de estado acuoso y la del inicio del endurecimiento de la cáscara de fruto. Las fechas indicadas en las Figuras No. 19 y 20 muestran las fechas estimadas de los estados antes mencionados. Según Godoy et al. (2000) la acumulación de peso seco total del fruto, hasta el inicio del estado acuoso, es muy baja, y corresponde a que la longitud y el ancho del fruto son 53% y 50% del tamaño final respectivamente. Valdez (2009), señala que el máximo contenido del líquido, coincide con el inicio del endurecimiento de la cascara en el fruto, alrededor de los noventa días después de la receptividad del estigma, y cuando el fruto tiene 84% de longitud y 81% del ancho final.

En función de lo señalado por este autor, se puede tener una estimación del momento de ocurrencia de los diferentes estados. Los frutos se aproximaron al inicio del estado acuoso, alrededor del 10 de enero y el inicio del endurecimiento de la cáscara ocurrió aproximadamente a partir del 10 de febrero, un mes después de que comenzó el estado acuoso. Según Godoy et al. (2000) ocho días después de iniciado el endurecimiento de la cascara comienza el llenado del fruto (100 días después de la receptividad del estigma) y se requiere de 45 días para que se complete el llenado del fruto.

Por esto se puede inferir que a partir del 18 de febrero comenzó el llenado del fruto, ya que el estigma estuvo receptivo los primeros días de noviembre, lo cual coincide con la escala fenológica No. 13, para el cultivar B y E, que corresponde a los tipos de frutos seleccionados para estudiar el comportamiento del crecimiento. El fruto completó el llenado aproximadamente el 27 de marzo. Los datos de largo y ancho fueron tomados hasta el 24 de marzo fecha a partir de la cual se empezó a obtener la misma medida que la tomada en la medición anterior.

4.5 COSECHA Y POST-COSECHA

La cosecha se comenzó cuando los rueznos comenzaron a abrirse y la nuez se desprendió, el inicio de la cosecha fue el primero de mayo. A partir de esta fecha los diferentes árboles fueron abriendo el ruezno y se terminó de cosechar el 20 de mayo (Foto No. 7)

Foto No.7. Apertura de ruezno



Como ya se estableció, la cosecha se realizó por medio del sacudido de las ramas del árbol, recogiendo las nueces sobre una lona de polietileno. Las nueces se depositaron en bolsas plastilleras y se pusieron a secar en galpón, colgadas del techo (Foto No.8).

Foto No.8. Cosecha y almacenamiento



Se pudo observar que no existe homogeneidad en los kilos cosechados por árbol, el mínimo registrado fue de 3.6 kg y el máximo de 18.7 kg, con una media de 8.8 kg. Este rendimiento por árbol concuerda con lo estimado por Propecan que estima que a los 10 años, se espera una producción aproximada de 500 kg/ha, lo que significa de 11 a 12 kg por planta. Se estimó el rendimiento por hectárea en base al promedio de 8.8 kg por árbol, con lo que se obtuvo una producción de 614 kg/ha. Se puede inferir que el rendimiento del monte fue adecuado para la edad, a pesar del déficit de agua observado en la época crítica. Se puede considerar que de haber contado con riego suficiente, se podría haber obtenido mayor producción (Cuadro No.9).

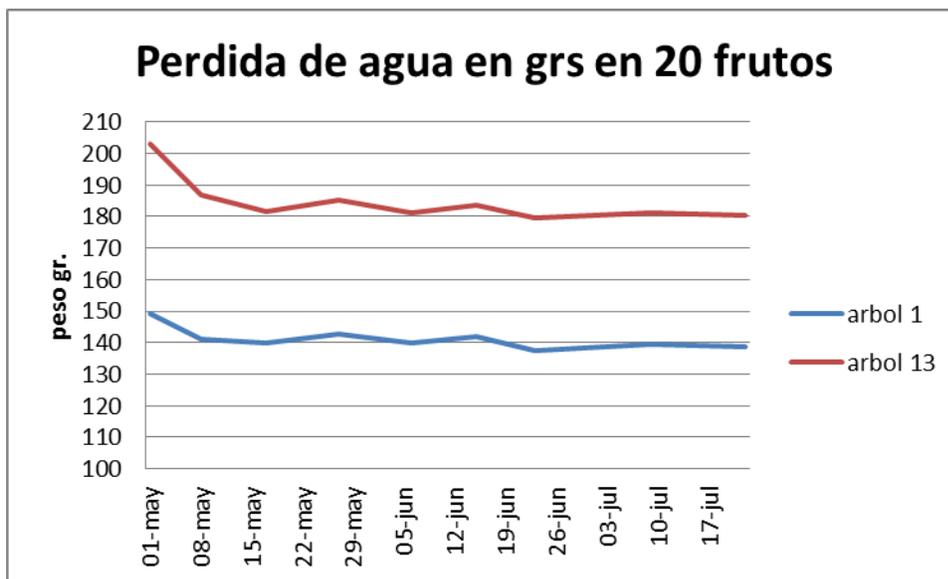
Cuadro No. 9. Kilos de nueces cosechadas sin secar

| arbol | 20/05/2012 |
|--------------|----------------|
| 1 | 15,604 |
| 2 | 6,429 |
| 3 | 10,278 |
| 4 | 6,086 |
| 5 | 7,733 |
| 6 | 10,061 |
| 7 | 18,271 |
| 8 | 7,471 |
| 9 | 4,735 |
| 10 | 14,123 |
| 12 | 3,567 |
| 13 | 6,337 |
| 14 | 10,047 |
| 15 | 18,701 |
| 16 | 9,214 |
| 17 | 5,313 |
| 18 | 11,148 |
| 19 | 7,686 |
| 20 | 5,338 |
| 21 | 6,580 |
| 22 | 7,799 |
| 23 | 4,590 |
| TOTAL | 197,111 |

Fuente: elaboracion propia.

Para el control de pérdida de humedad de fruto, necesaria para alcanzar el óptimo de palatabilidad y duración de la conservación, se tomaron muestras de 20 frutos de la cosecha de cada árbol y se controló la variación en el peso a lo largo del tiempo (Figura No. 21).

Figura No. 21. Control de peso de 20 frutos, en gr.



Fuente: elaboración propia

Se observó durante el tiempo de control de peso de las nueces, que estas tienen un comportamiento higroscópico, lo que significa que si hay alta humedad ambiente estas absorben la humedad del aire. Los pesos obtenidos en días en los que la HR era elevada (por lluvia), fueron mayores que los obtenidos en días secos, de acuerdo con lo señalado por Gladden (1979). En la Figura No. 21 se observa un comportamiento lineal decreciente, esperable puesto que las nueces pierden humedad a medida que las condiciones ambientales son óptimas.

De acuerdo a Gladden (1979) la HR del aire en la zona donde se almacenan las nueces debe mantenerse en 65% para lograr el contenido ideal de humedad en las mismas, de alrededor del 4%. Si es más alta, la nuez absorbe cantidades excesivas de humedad de aire y pierde textura y se hace susceptible al ataque de hongos. Si la humedad relativa del aire es excesiva, se presenta rancidez.

Para poder tener una estimación de pérdida de agua de las nueces cosechadas y almacenadas en el galpón, en julio se visitó nuevamente el establecimiento y se pesaron las bolsas para evaluar la de agua (Cuadro No. 10).

Cuadro No. 10. Kilos por plantas en cosecha y luego de cincuenta días de conservación

| Árbol | 20/04/2012 | 13/07/2012 | Diferencia de peso |
|--------------|----------------|----------------|--------------------|
| 1 | 15,604 | 15,645 | 0,041 |
| 2 | 6,429 | 6,329 | -0,100 |
| 3 | 10,278 | 10,154 | -0,124 |
| 4 | 6,086 | 6,058 | -0,028 |
| 5 | 7,733 | 7,652 | -0,081 |
| 6 | 10,061 | 9,984 | -0,077 |
| 7 | 18,271 | 17,969 | -0,302 |
| 8 | 7,471 | 6,939 | -0,532 |
| 9 | 4,735 | 4,636 | -0,099 |
| 10 | 14,123 | 13,215 | -0,908 |
| 12 | 3,567 | 3,538 | -0,029 |
| 13 | 6,337 | 6,087 | -0,250 |
| 14 | 10,047 | 9,611 | -0,436 |
| 15 | 18,701 | 18,520 | -0,181 |
| 16 | 9,214 | 9,225 | 0,011 |
| 17 | 5,313 | 5,306 | -0,007 |
| 18 | 11,148 | 10,939 | -0,209 |
| 19 | 7,686 | 7,652 | -0,034 |
| 20 | 5,338 | 5,362 | 0,024 |
| 21 | 6,580 | 6,342 | -0,238 |
| 22 | 7,799 | 7,818 | 0,019 |
| 23 | 4,590 | 4,576 | -0,014 |
| TOTAL | 197,111 | 193,557 | -3,554 |

Fuente: elaboración propia.

Se observó que la mayoría de las nueces cosechadas perdieron un promedio de agua de -0.309 gramos. Sin embargo, en cuatro casos se ve un aumento de peso. Una de las hipótesis que se puede plantear es que estas

bolsas se encontraban colgadas en el medio, por lo que no tuvo buena aireación y absorbió la humedad liberada por las bolsas que las rodeaban.

4.5.1 Post cosecha y acondicionamiento a nivel país

A lo largo de la investigación y luego de recorrer varios establecimientos se pudo constatar que, o bien se secan las nueces al sol o el secado se realiza en “camas” que no son apropiadas para la correcta aireación y secado de los frutos.

Además, la cosecha es en general tardía, lo que implica altos porcentajes de humedad en las nueces, que acompañada de un incorrecto secado conlleva a estados de conservación a veces no aptos para el consumo por su desagradable sabor rancio.

En muchos casos el comercio de las nueces se hace con la producción de año anterior, los productores que cosechan tardíamente y con mucha humedad deben dilatar el proceso de secado, lo que lleva a que el producto no esté en óptimas condiciones para la venta en la época de mayor demanda.

Por tal motivo, el producto llega a manos del consumidor final en inferiores condiciones de conservación que las recomendadas anteriormente, tornándose un ciclo año tras año.

El almacenamiento de la nuez en atmósferas modificadas con vacío o CO₂ a temperatura ambiente permiten conservar un producto de calidad en el período previo a la llegada de las temperaturas estivales (Dabul, s.f.).

Para corregir estas prácticas y obtener una buena aceptación de mercado es necesario cumplir con ciertos parámetros:

- En primer lugar un correcto secado de las nueces, se debe llegar al 4% de humedad para que la conservación de la almendra sea óptima. La humedad relativa de ambiente en el lugar de secado no debe superar el 65% (Gladden, 1979).
- El secado debe ser a la sombra, ya que la luz solar contribuye a que el proceso de oxidación sea más rápido (Descalzo et al., 2009).

- Un óptimo proceso de secado contribuye a que la almendra tenga, no solo un buen sabor sino que además su color, aroma y palatabilidad sean del gusto del consumidor.
- Las temperaturas de almacenamiento son un factor determinante de la vida útil de los productos almacenados en atmósferas modificadas (Dabul, s.f.).
- Según Descalzo et al. (2009), la nuez pecan conservada con cáscara y a temperatura ambiente desarrolló oxidación a partir de los 6 meses de almacenamiento, la cual aumentó significativamente a partir de los 8 meses. Las mediciones instrumentales mostraron que estos datos fueron asociados con la aparición de rancidez, sabor amargo y pérdida de flavor y claridad en el color. Por otro lado, el almacenamiento refrigerado fue efectivo para retardar estos efectos.

Foto No. 9. Camas de secado



Foto No. 10. Bolsas de secado y camas de secado



4.6 MORFOLOGÍA DE LOS FRUTOS

De los 22 árboles cosechados se obtuvieron once tipos de frutos diferentes. Las diferencias se encontraron en el tamaño, la forma, el tipo del ápice y el color, entre otras.

Se realizó un índice de longitud/ diámetro para relacionar ambas medidas y poder relacionarla con la forma. Este índice se puede dividir en tres formas:

- Menor a 1.5 cm forma -Esférico
- 1.6 a 1.9 cm Oblongo -elíptica
- Mayor a 2 cm Largo -oblongo

A continuación se resumen en el Cuadro No. 11 las características de los diferentes frutos que fueron agrupados por el comportamiento fenológico y que cumplían con los mismos tipos de frutos

Cuadro No. 11. Características de los frutos

| | Árbol | Long | Diametro | long/diametro | Forma | Peso gr | frutos/kg | Apice | Base |
|---|-----------|------|----------|---------------|------------------|---------|-----------|-----------|-----------|
| A | 1/22 | 4 | 2.01 | 2.0 | largo- oblongo | 7.1 | 141 | apiculado | circular |
| B | 4/5/16/17 | 3.1 | 2 | 1.4 | ancho | 6.18 | 162 | eliptica | circular |
| C | 6/7/21/23 | 4.45 | 1.9 | 2.4 | largo- oblongo | 6.79 | 147 | acuminado | acuminado |
| D | 8/13 | 4.6 | 2.03 | 2.3 | largo- oblongo | 6.65 | 150 | agudo | circular |
| E | 9/10/14 | 4.9 | 2 | 2.5 | largo oblongo | 8.9 | 112 | acuminado | circular |
| F | 18/19 | 2.85 | 2.1 | 1.4 | eliptico | 5.15 | 194 | agudo | circular |
| G | 15 | 3.8 | 2.2 | 1.7 | oblongo eliptico | 6.25 | 160 | apiculado | circular |
| H | 2 | 4.4 | 2.3 | 1.9 | largo- oblongo | 6.9 | 145 | agudo | circular |
| I | 3 | 3.7 | 2 | 1.9 | oblonga eliptica | 6.09 | 164 | agudo | circular |
| J | 20 | 4 | 1.9 | 2.1 | largo- oblongo | 6.54 | 153 | agudo | acuminado |
| K | 12 | 4.6 | 1.9 | 2.4 | largo- oblongo | 7.45 | 134 | acuminado | acuminado |

Fuente: elaboración propia.

Se presenta la fotografía de cada fruto con la descripción de la percepción del color. Se intentara aproximar los grupos a las posibles cultivares existentes en el país.

4.6.1 Descripción de los frutos

Grupo A (árbol 1 y 22), Son frutos de color castaño medio (ARGENTINA. INASE, s.f.), con manchas negras desde el ápice hasta el medio del fruto. Relación longitud/diámetro es 2, lo que significa que es dos veces más largo que ancho, teniendo un forma alargada- oblonga. La consistencia de la cáscara es media.

Por su comportamiento protándria se podría decir que es parecida a Pawnee, aunque la morfología del fruto es de tipo Stuart (Foto No. 10).

Foto No.11. Frutos de los árboles 1 y 22



Grupo B (árboles 4, 5, 16 y 17). Frutos de color castaño medio con muy pocas manchas negras en el borde del ápice. La relación de longitud/diámetro es menor a 1.5 cm, por lo que la forma del fruto es esférico. La consistencia de la cáscara es dura.

Por la morfología del fruto se podría parecer a la variedad Shoshoni.

Foto No.12. Frutos de los árboles 4, 5, 16 y 17



Grupo C (árboles 6, 7, 21 y 23). Fruto de color castaño medio con algunas manchas finas negras en el ápice al medio del fruto. El índice de longitud/diámetro es mayor a 2, por lo que tiene una forma largo- oblonga. La consistencia de la cáscara es media.

Foto No.13. Frutos de los árboles 6, 7, 21 y 23



Grupo D (árboles 8 y 13). Frutos de color castaño medio con manchas negras en el ápice hasta el centro del fruto. El índice longitud/diámetro es mayor a 2, teniendo una forma larga- oblonga. La consistencia de la cáscara es media.

Foto No. 14. Frutos de los árboles 8 y 13



Grupo E (árbol 9, 10 y 14). Fruto de color castaño claro con manchas finas en el ápice hasta el medio. El índice longitud/diámetro es mayor a 2, teniendo una forma larga- oblonga. La consistencia de la cáscara es media.

Por la morfología del fruto, podría ser de la variedad Mahan.

Foto No.15. Frutos de los árboles 9, 10 y 14



Grupo F (árbol 18 y 19). Fruto de color castaño medio con alguna mancha negra fina en el ápice y cuerpo de fruto. El índice longitud/diámetro es menor a 1.5, teniendo una forma esférica. La consistencia de la cáscara muy dura

Por el tamaño del fruto y el comportamiento protándrico se podría decir que es la variedad que los productores, viveros denominan en el país como Charrúa.

Foto No. 16. Frutos de los árboles 18 y 19



Grupo G (árbol 15). Fruto de color castaño medio con manchas negras desde al ápice hasta casi la base del fruto. El índice longitud/diámetro es de 1.7 cm, teniendo una forma oblonga- elíptica La consistencia de la cáscara es media.

Foto No. 17. Frutos del árbol 15



Grupo H (árbol 2). Fruto de color castaño medio con alguna mancha negra cerca del ápice hasta mitad de cuerpo del fruto. El índice longitud/diámetro es de 2 cm, teniendo una forma largo-oblonga. La consistencia de la cáscara es media.

Foto No. 18. Frutos del árbol 2



Grupo I (árbol 3). Fruto color castaño claro con pocas manchas negras en el ápice y en el cuerpo de la nuez. El índice longitud/diámetro es de 1.9 cm, teniendo una forma oblonga-elíptica. La consistencia de la cáscara es media.

Foto No. 19. Frutos del árbol 3



Grupo J (árbol 20). Fruto de color castaño claro con manchas negra en el ápice. El índice longitud/diámetro es mayor a 2 cm, teniendo una forma largo-oblonga. La consistencia de la cascara es dura.

Foto No. 20. Frutos del árbol 20



Grupo K (árbol 12). Fruto de color castaño medio con alguna mancha negra cerca del ápice. El índice longitud/diámetro es mayor a 2 cm, teniendo una forma larga-oblonga. La consistencia de la cáscara es media.

Foto No. 21. Frutos del árbol 12

4.7 ESTUDIO DEL MERCADO EN EL URUGUAY

Del relevamiento realizado en distintos puntos de venta, se puede apreciar en el siguiente cuadro el precio promedio por kilo con y sin cáscara, según cadena de supermercado, minorista/mayorista y productor relevado.

Cuadro No.12. Precio promedio por kg de nuez

| | \$ Promedio/kg con cáscara | \$ Promedio/kg sin cáscara |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Cadena 1 | No presencia | 878 |
| Cadena 2 | 458 | 1219 |
| Mayorista/Minorista 1 | 180 | 640 |
| Mayorista/Minorista 2 | 157 | 387 |
| | | |

| | | |
|--------------------------------|-----|--------------|
| Productor 1 | 150 | 300 |
| Productor 2 | 150 | No presencia |
| Productor 3^a | 150 | 300 |
| Productor 3^b | 120 | No presencia |
| Productor 4 | 160 | No presencia |

Fuente: elaboración propia

Por definición los minoristas son los agentes comerciales que venden el producto al consumidor final y los mayoristas aquellos que acopian producción para luego distribuirlas a los minoristas.

En el cuadro anterior se obviaron los nombres de los agentes comerciales y de los productores, pero incluyen dos grandes cadenas de supermercados, una página web y un almacén de venta a granel y fraccionador para consumo final, además de cuatro productores.

Los productores entrevistados se comportan como minoristas por que venden al consumidor final, en otros casos entregan el producto al distribuidor, tal como ocurre específicamente con el productor 3, que declara vender al consumidor final a un precio de \$150 el kilo con cáscara, pero recibe \$120 cuando vende al por mayor con un mínimo de 10 kilos.

En función del relevamiento de precios, resulta difícil definir cuál es el precio más frecuente que recibe el productor de nueces, ya que hasta el momento, los canales de comercialización no están claramente definidos y se mezclan los roles, un mismo productor puede vender a un mayorista, a un minorista, y directamente al consumidor final. Seguramente en un contexto de mayor producción, esos canales se definirán más claramente, ya que, para un productor individual, resulta engorroso cubrir todos los canales comerciales posibles y a su vez comercializar un gran volumen.

Cuadro No.13. Precio promedio del kilo de nuez con y sin cáscara en los distintos proveedores

| | \$ Promedio/kg con cáscara | \$ Promedio/kg sin cáscara | Diferencia |
|---|---|---|-------------------|
| Cadena promedio | 458 | 1048.5 | 590.5 |
| Mayorista/Minorista promedio | 168.5 | 513.5 | 345 |
| Productor promedio | 146 | 300 | 154 |

Fuente: elaboración propia

En el Cuadro No. 13 se puede apreciar la diferencia que existe entre las nueces con o sin cáscara así como también la diferencia existente entre los distintos proveedores. Se puede ver como aumenta el precio de la nuez, tanto con o sin cáscara a medida que pasa por los distintos intermediarios.

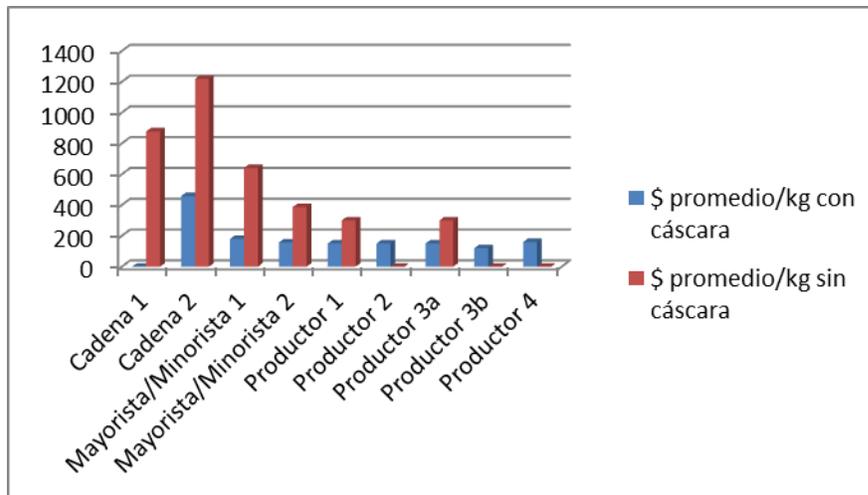
En el caso de nueces con o sin cáscara se puede ver que en las cadenas de supermercado hay una diferencia de 590, esto quiere decir que la nueces sin cáscara son 590 pesos uruguayos más caras que las con cáscara.

En el caso de los minoristas/mayoristas la diferencia es de 345 pesos uruguayos, mientras que en los productores la diferencia es de 154 pesos.

El margen que existe entre la venta a granel y al por menor se explica por el valor que agrega al producto cada intermediario hasta llegar al consumidor final.

Por otra parte se ve la gran variabilidad de precios, ya que es un producto nuevo, poco impuesto en el mercado y su precio no está regulado aún por la oferta y la demanda.

Figura No.21. Precio promedio por kg de nuez con y sin cáscara



Fuente: elaboración propia

La Figura No. 21 muestra la gran variabilidad que existe en el precio del kilo de nuez tanto con cáscara como pelada. Se observa claramente la diferencia de precios entre los proveedores y la dispersión de precios.

4.7.1 Formas de presentación

Además de la oferta de nueces Pecan con cáscara y peladas, se encontró una oferta, si bien limitada, de otras formas de presentación:

- **Fraccionado:** En este caso las nueces se pueden encontrar tanto con cáscara como sin ella, la forma de presentación puede ser el “pote” que es un envase de plástico y la “bolsita” que es una bolsa de nylon con estampado correspondiente al logo de la empresa comercializadora. Se puede obtener el producto en variedad de fracciones como por ejemplo 100 grs, 200 grs, etc.
- **Mariposa:** Estas nueces se venden en los llamados cortes mariposa, se llama así a cuando al pelar la nuez y sacarle el tabique central quedan las dos partes que componen el fruto, enteras. Su forma de venta es fraccionada.

- Picadas: Son trozos de nuez que se rompen al tratar de obtener la “mariposa” entera, estos trozos partidos son picados y se venden en potes de plástico. Su forma de venta es fraccionada.
- Industrializado: El producto en este caso es siempre sin cáscara, se puede encontrar las nueces de forma acaramelada o en la versión salada y tostada; en estos casos el producto se vende en fracciones pequeñas de 50 a 200 grs en bolsas de nylon.
- En otros casos las nueces son ingrediente de otros productos comestibles como por ejemplo: panes, budines, masas secas, etc.

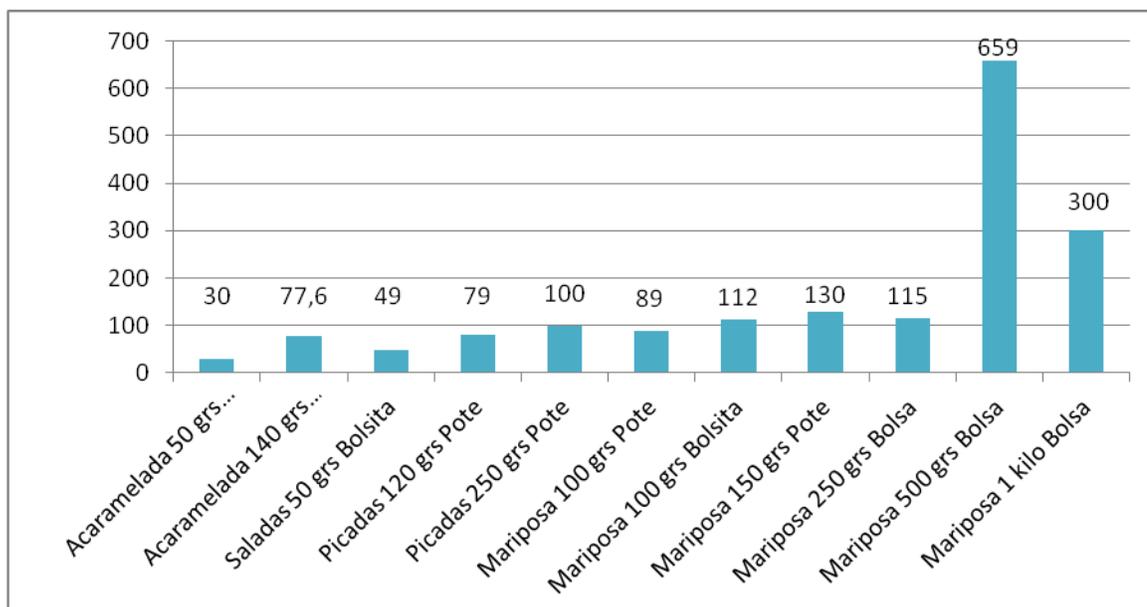
Foto No.22. Nueces sin cáscara corte mariposa



Foto No.23. Nueces industrializadas



Figura No. 22. Precio de venta de nuez sin cáscara según peso, forma y envase



Fuente: elaboración propia

En la Figura anterior se observa como varía el precio de nuez sin cáscara según el tratamiento dado, acaramelada, salada, picada o mariposa. Se observa también que el consumidor puede obtener el producto en varias modalidades de envase (Bolsa o pote) y que su fraccionamiento es muy diverso.

Se puede ver también que cuanto más fraccionado este el producto, más costo tiene para el consumidor.

La variación dentro de cada categoría está dada por el punto de venta.

4.7.2 Calidad organoléptica y comercialización

En ensayos realizados por Descalzo et al. (2009), la nuez pecan conservada con cáscara y a temperatura ambiente desarrolló oxidación a partir de los 6 meses de almacenamiento, la cual aumentó significativamente a partir de los 8 meses. Las mediciones instrumentales mostraron que estos datos

fueron asociados con la aparición de rancidez, sabor amargo y pérdida de flavor y claridad en el color. Por otro lado, el almacenamiento refrigerado fue efectivo para retardar estos efectos.

Como se mencionó con anterioridad, la cosecha en ésta tesis comenzó en el mes de mayo, si se toman como referencia los parámetros mencionados por Descalzo, se puede afirmar que la oxidación de las nueces comenzó en el mes de octubre y que el aumento significativo debió darse en el mes de diciembre.

El periodo de ventas fuerte de las nueces en el país ocurre en las fiestas navideñas. El producto nacional en este periodo estaría en condiciones de presentar oxidación con la consiguiente aparición de rancidez, sabor amargo, perdida de flavor y calidad del color. Para evitar este problema, en el principal pico de comercialización, las nueces deberían ser conservadas en condiciones de refrigeración de acuerdo con lo encontrado con Descalzo et al. (2009).

Dos de los productores entrevistados cuentan con cámaras frigoríficas y los demás pretenden adquirirlas a la brevedad, prolongando así la oferta de nueces en el año.

4.7.3 Decisión del productor: ¿vender nueces enteras o nueces peladas?

El rendimiento de las nueces peladas es entre el 45 y 50% de la nuez con cáscara (Madero, 2009c), si además se suma el costo del pelado manual de \$ 40 promedio, el productor debería vender sus nueces a \$40 más del doble del valor con cáscara para obtener igual ingreso que al vender las nueces solo con cáscara.

Estadísticamente la moda del precio de venta del productor de nueces con cáscara es de \$150, lo que se asume que es lo que el productor recibe por kilo de nuez, por otro lado el promedio de venta de nueces sin cáscara es de \$300.

Cuadro No.14. Ingreso por hectárea, nueces vendidas con cáscara

| Producción por hectárea con cáscara | Venta kilo con cáscara | Ingreso Total |
|-------------------------------------|------------------------|---------------|
| 614 | 150 | 92100 |

Fuente: elaboración propia

Cuadro No.15. Ingreso por hectárea nueces vendidas sin cáscara

| | Producción por hectárea sin cáscara con 50% de rendimiento | Venta kilo sin cáscara | Costo de pelado manual por kilo | Ingreso final por venta sin cáscara por kilo | Ingreso Total |
|--------|--|------------------------|---------------------------------|--|---------------|
| Actual | 307 | 300 | 40 | 260 | 79820 |
| Ideal | 307 | 340 | 40 | 300 | 92100 |

Fuente: elaboración propia

Analizando los cuadros anteriores, se observa que el productor debería vender las nueces sin cáscara a un precio superior del que lo hace actualmente, es decir que el precio de venta deber ser \$40 superior al doble de la venta con cáscara solamente para cubrir las pérdidas por pelado y cotizar aún más el producto sin cáscara por el valor agregado del pelado si lo que desea son mayores ingresos.

De los cuadros se desprende que con un rendimiento promedio de 614 kilo por hectárea, en el caso del predio en estudio, se puede recibir \$ 92.100 si el precio de venta con cáscara es de \$ 150 y el precio de venta sin cáscara es de \$ 340.

4.7.4 Competencia en el mercado entre la nuez pecan y la nuez europea

La nuez Pecan al igual que la nuez California o Europea comparte el mismo origen botánico, ambas pertenecen a la familia de las juglandáceas, presentan características similares, así como también comparten propiedades organolépticas (forma, sabor...) junto con similitudes en las propiedades

intrínsecas del fruto (contenidos nutritivos, etc.), esto favorece a que ambas variedades puedan actuar como sustitutivos próximos en el consumo (Camarena, 2005).

Claramente la nuez Europea es más conocida por el consumidor que la nuez pecan que es un producto nuevo, por dicha razón se mostrara a continuación un cuadro comparativo de precio de venta de ambas nueces en el Uruguay.

Cuadro No.16. Precio comparativo de *Juglands regia* vs *Carya illinoiesis* en dos cadenas de supermercados en la temporada 2012

| <i>Juglands regia</i> | \$/Kg promedio | Cadena 1 | Cadena 2 |
|---------------------------|----------------|--------------|----------|
| | Con cáscara | 348 | 561 |
| | Sin cáscara | 940 | 1013 |
| | | | |
| <i>Carya illinoiensis</i> | \$/Kg promedio | Cadena 1 | Cadena 2 |
| | Con cáscara | No hay datos | 458 |
| | Sin cáscara | 878 | 1219 |

Fuente: elaboración propia

En el cuadro se aprecia que ambos productos son sustitutivos próximos para el consumo no solo por sus propiedades biológicas sino en la competencia de los precios, a su vez *Juglands regia* supera en dos categorías los precios promedio por kilo de *Carya illinoiensis* lo que deja a este último en una posición de mayor competitividad si lo que buscan los consumidores es menor precio. La nuez Europea es un competidor más fuerte posiblemente por el desconocimiento de la nuez pecan en el país.

4.7.5 Producción en Uruguay

En Uruguay, como en muchos países de la región el consumo de frutos secos no está muy promovido, y es muy estacional, a diferencia de otras regiones tales como la Unión Europea con la nuez Europea o EEUU con la nuez Pecan, donde los frutos secos participan más de la dieta.

De los 22 árboles en estudio se obtuvieron 193 kg de nuez seca con cáscara, esta cifra, llevada a la hectárea (70 árboles), estaría significando 614 kg/ha y un promedio de 8.8 kilos por árbol.

Según el proyecto ProPecan desarrollado por INTA de Argentina, el árbol de pecan comienza a producir a partir del quinto o sexto año, pudiéndose lograr alrededor de 50 a 90 kilogramos por hectárea. A los diez años, se espera una producción aproximada de 500 kilogramos por hectárea, lo que significa de 11 a 12 kilos por planta. Se obtienen 500 kilos con 45 árboles por ha, el cálculo aproximado para una ha de 70 árboles es 778 kilos por hectárea.

Observando la producción del predio en estudio y comparando ésta con la estimada para el proyecto ProPecan, se puede afirmar que la producción obtenida en el año en estudio es menor y que la diferencia es de 164 kilos.

En la Unión Europea se estima un consumo per cápita anual de 500 grs (Camarena, 2005), mientras que en EEUU se estima un consumo de 400 grs (Madero, 2009c).

En el caso de Argentina, según Madero s.f. la nuez pecan debería posicionarse en tasas de consumo similar a la de otros países, y lograr salir de la estacionalidad de las Fiestas de Fin de Año para pasar a un consumo constante a lo largo de todo el año, en distintas formas y preparaciones. Madero (2009c) estima que para Argentina un consumo de pecan de 100 grs per cápita (la 5ta parte del consumo promedio de EEUU), resultaría en una demanda anual de más de 4000 toneladas.

Si se hiciera una proyección del consumo para Uruguay tomando en cuenta lo que sugiere Madero, se debería pensar en un consumo anual de 300 toneladas para cubrir la demanda interna. Si se toma el rendimiento promedio obtenido en el predio en estudio, de 614 kg/há con árboles de entre 10 y 11 años, se podría estimar que la superficie de pecan para cubrir esa demanda sería de 490 has aproximadamente.

4.7.6 Perspectivas de comercialización en Uruguay

La comercialización de la nuez Pecan en Uruguay se realiza en el mercado interno con un alto grado de dispersión y a través de canales, en muchos casos informales. El producto llega a manos del consumidor final pasando a través de los principales demandantes de este producto que son las grandes cadenas de supermercados, distribuidoras de frutos y confiterías entre otros⁴.

Como la demanda externa está insatisfecha, y a nivel de mercado interno se está comenzando a conocer, la producción de Pecan resulta interesante a la hora de mejorar la rentabilidad de los productores.

Se visitó una empresa que presenta una integración vertical, en el sentido que produce nueces, las conserva, pela y comercializan en sus propios puntos de venta. Esta empresa representa la mayor superficie cultivada de pecan del país, 60 hectáreas, y posee un alto nivel de mecanización para la recolección de las nueces y su pelado.

El productor busca darle valor agregado a las nueces por medio del descascarado, llegando así directamente a los distribuidores. De esta manera, se pretende escapar a los canales de ventas por medio de intermediarios, generando una comercialización más directa y así aumentar el margen de ganancia.

⁴ Castaño, A. 2010. Com. personal.

5 CONCLUSIONES

En cuanto a la fenología se podría afirmar que el comportamiento en Uruguay es similar al lugar de origen (Estados Unidos de Norteamérica) así como en México y Argentina, ya que el ciclo no difiere sustancialmente con el descrito por diversos autores. Durante el período de estudio, las condiciones climáticas se mostraron aptas para el crecimiento y el desarrollo del pecan, teniendo en cuenta la suficiente acumulación de horas de frío, y la no excesiva humedad relativa (HR) durante el periodo de liberación del polen. Hubo ocurrencia de déficit hídrico en los meses de formación del fruto, por lo que se afirma la necesidad de instalar riego en montes de producción comercial.

Si bien evaluar el comportamiento de variedades no era objetivo del estudio, se tuvo en cuenta la información dada por el productor al momento de instalar el ensayo. Sin embargo, las plantas estudiadas no concuerdan con las variedades que el productor cree tener implantadas. Se intentó identificarlas, sin embargo eso no se logró. Esto se puede atribuir a dos posibilidades:

- En lugar de cultivares, podría tratarse de cruzamientos, o de plantas de semilla seleccionadas por tamaño de frutos.
- Los descriptores varietales fenológicos y de fruto podrían no adaptarse completamente a las condiciones de Uruguay.

En ambas situaciones hipotéticas, se recomiendan estudios posteriores, sobre todo en lo que respecta a la autenticidad varietal, al análisis del comportamiento de las mismas en nuestras condiciones de cultivo, y al ajuste de los descriptores.

Del análisis de rendimiento se encontraron plantas en año on y off, lo cual indica que es una especie de alternancia productiva y que este aspecto debe ser contemplado en las prácticas de cultivo para la producción.

En cuanto al rendimiento, el promedio de producción fue de 9 kg por árbol. Teniendo en cuenta la edad del monte y la ocurrencia de un período con déficit hídrico, la producción obtenida fue muy buena.

Al estudiar el mercado uruguayo y más específicamente la composición de la oferta y los puntos de venta, se observa, que las nueces son de tamaño muy variable, que el precio está en función del punto de venta y que el tipo de envase (con o sin cáscara) y la forma de presentación en el que se ponen a la venta también es muy diverso.

En cuanto a vender las nueces con o sin cáscara, a nivel de productor, resulta dudosa la posible ventaja de obtener mejores precios pelando las nueces, ya que esto lleva un costo adicional, y el precio que se obtiene no implica un mejor precio respecto a la nuez entera. Si es una alternativa interesante para los productores que poseen sus propios puntos de venta estables.

El periodo de ventas fuerte de las nueces es en las fiestas navideñas, en donde el producto está en condiciones significativas de oxidación con la consiguiente aparición de rancidez, sabor amargo, pérdida de flavor y calidad del color. Por tal razón es recomendable la conservación frigorífica de las nueces para llegar al período de mayor demanda con un producto de calidad.

5.1 CONSIDERACIONES FINALES

Se deberán realizar estudios sobre plagas y enfermedades, ya que se observó presencia de pulgones en dos períodos del ciclo y la presencia de sarna en alguna planta. A nivel nutricional se deberá profundizar sobre el déficit de Zinc y las mejores medidas para su corrección.

Respecto a los cultivares variedades sería recomendable tenerlos identificados en el país, para poder tener una fuente de material madre confiable para el logro de plantas de calidad.

Sería recomendable tener registro de cultivares variedades inscriptas en el país. Esto permitiría acceder a futuro al mercado internacional, y poder aplicar prácticas de Certificación de Calidad, algo que no parece muy dificultoso

por el escaso uso de fitosanitarios y productos químicos que parece demandar el cultivo.

En cuanto a la comercialización, la misma es aún muy informal, y es posible que al crecer la producción se identifiquen mejor los canales de venta. Existe confusión entre la nuez europea y el pecan, por lo que a futuro deberán encararse acciones para informar al consumidor sobre el valor nutricional del Pecan y su calidad organoléptica.

6 RESUMEN

En base al interés creciente que se manifiesta en Uruguay por el cultivo del nogal Pecan, se realizó un estudio para caracterizar el ciclo fenológico y reproductivo de la especie *Carya Illinoensis* en las condiciones de cultivo del país. A su vez, se realizó un relevamiento sobre las oportunidades de comercialización de la nuez pecan en el mercado uruguayo. El estudio se realizó a partir de setiembre del 2011 hasta abril del 2012, periodo que abarca desde la brotación hasta la cosecha. Fueron evaluados las siguientes variables: Fecha de brotación, momento de ocurrencia de la floración masculina y femenina, número de flores, tasa de cuajado y por último número y desarrollo de frutos hasta la cosecha. En cosecha se evaluó el rendimiento por planta. Se realizó un estudio de mercado y relevamiento de canales comerciales a nivel de productores y mercado nacional. Los resultados obtenidos indican que las condiciones climáticas en el período de estudio fueron aptas para el desarrollo del cultivo pecan, teniendo en cuenta la acumulación de horas de frío y la HR para el periodo de liberación del polen. Existió un déficit hídrico en los meses de formación del fruto, que puede haber disminuido el potencial de crecimiento de las nueces. En cuanto a la fenología se podría afirmar que el comportamiento es similar al lugar de origen y a Argentina, ya que el ciclo no difiere sustancialmente. Comienza a brotar a mediados de setiembre y la cosecha se realiza a mediados de abril – mayo. De los cultivares estudiados si bien no se pudo identificar con exactitud a que cultivar correspondía se pudo clasificar 11 tipologías de árbol/fruto con comportamiento distinto entre sí, en cuanto al comportamiento fenológico y a la morfología del fruto. En el aspecto comercial, se detectó que el mejor momento de venta es durante las fiestas de fin de año, para lo cual es necesario que las nueces se conserven refrigeradas para evitar problemas de calidad tales como rancidez y oscurecimiento de la almendra. Los canales de comercialización no están aún bien definidos, ya que al tratarse de pocos productores, éstos se ocupan de la comercialización tanto a nivel mayorista como minorista. Para los productores no resulta clara la estrategia de comercializar nueces peladas. Se deberán fomentar estrategias de difusión de los beneficios nutricionales de la nuez pecan, para mejorar las tasas de consumo per cápita.

Palabras clave: *Carya illinoensis*; Peca

7 SUMMARY

Based on the increasing interest shown in Uruguay about the cultivation of the Pecan walnut tree, a study has been done in order to characterize the phenological and reproductive cycle of the *Carya Illinoensis* species in the cropping conditions of the country. In turn, commercialization opportunities of the Pecana walnut tree in the Uruguayan market have been retrieved. The research was carried out since September 2011 to April 2012, this period includes from sprout to harvest. The following variables were evaluated: sprout date, the moment of the occurrence of the male and female blooming, the amount of flowers, the curd rate, and finally, number and development of the fruit up to the harvest. During the harvest, the performance of each plant was evaluated. It has been made a market research and a retrieval of the commercial channels from producers and national market points of view. The obtained results indicate that the climatic conditions in the research period were fit to the development of the Pecana crops, taking into account the accumulation of chilling hours and the HR in the period of pollen freeing. It has existed a water stress during the months in which the fruits develop; this deficit could have decreased the walnut's growing potential. Regarding phenology, it could be stated that the behaviour is similar to the place of origin and to Argentina, since the cycle does not substantially differ. Sprout begins in mid-September and the harvest is carried out halfway through - April- May. Among the studied cultivars, even though the exact cultivar to which the fruits belonged could not be identified, 11 fruit- tree typologies were classified due to different behaviour among them regarding phenological behaviour and the fruit morphology. Considering the commercial look, it has been detected that the best sales moment is during the holiday's season which requires the walnuts to be kept refrigerated to avoid quality problems, such as rancidity and the darkening of the almond. Commercialization channels are not well defined yet, being that there are a few producers they take care of the commercialization, both wholesale and retailer. The strategy is not clear to producers of commercializing skinned walnuts. Broadcasting strategies focussed on nutritional benefits of Pecan walnuts should be encouraged in order to increase purchase rates per capita.

Keywords: *Carya illinoensis*; Pecan.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. ALLEN, R.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo; guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, FAO. 323 p. (Estudio FAO Riego y Drenaje No. 56)
2. ARAGON, M.C. 2004. EL cultivo del nogal pecanero; sus perspectivas de producción, comercialización y transformación de la nuez. México, FACIATEC-UACH. 163 p.
3. ARREOLA, A.J. G.; LARGARDA, M. 1985. Introducción de variedades de nogal pecanero (*Carya Illinoensis* Koch) en la región Lagunera, Matamoros. In: Informe de investigación de fruticultura. México, CAELALA CIANINIA. pp. 586-592.
4. _____; _____ 1994. Fenología el nogal pecanero. In: Informe de investigación de fruticultura. México, CAELALA CIANINIA. pp. 49-67 (Libro Técnico no. 1).
5. _____; _____; MEDINA, Ma. Del C. 2000 Fenología. Tecnología de producción en nogal pecanero. (en línea). Coahuila, México, CELALA/CIRNOC/INIFAP. pp. 55-70 (Libro Técnico no. 3). Consultado nov. 2012. Disponible en <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/1967/Tecnologia%20de%20produccion%20de%20nogal%20pecanero.pdf?sequence=1>
6. _____. 2006. Importancia del reposo invernal y uso de compensadores de frío en nogal pecanero. In Simposio Día del Nogalero (10º, 2006, México). Memorias. Chihuahua, Asociación Agrícola de Productores de Nogal y Nuez. pp. 3-8.
7. ATÚNEZ, P. 2006. Producción alternativa nogalera; una apuesta al pecan 2012. (en línea). Suplemento Agropecuario El País, Montevideo, UY, ene.25: s.p. Consultado set. 2012. Disponible en http://www.elpais.com.uy/Suple/Agropecuario/06/01/25/agrope_197347.asp
8. BASURTO, S. 2005. Evaluación nutricional de la fertilización nitrogenada de otoño en nogal pecanero (*Carya illinoensis* (Wangenth) K. Koch) bajo sistema de aspersión y microaspersión. Tesis Doctor

en Filosofía. Chihuahua, México, Universidad Autónoma de Chihuahua. 203 p.

9. BRISON, R. F. 1976. Cultivo del nogal pecanero. México, CONAFRUT. 211p.
10. _____. 1992. Cultivo del nogal pecanero. 2ª ed. México, CONAFRUT. 343 p.
11. CABELLO, M. J.; TORRI, S. I.; LAVADO, R. S. 2007. Tecnología de la fertilización del cultivo de pecan. In: Informe técnico; Proyecto Pecan. s.l., INTA. s.p.
12. _____.; VERDINI, E.; TORRI, S.; FRUSSO, E. 2008. Efecto de diferentes sustratos y fertilizantes sobre el crecimiento de plantines de pecan en macetas. In: Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo (12º., 2008, San Luis, Argentina). Trabajos presentados. s.n.t. pp.226-230.
13. CAMARENA, G.A.; LOPEZ, S. J. 2005. Comercialización de la nuez pecan en el mercado europeo. Revista Mexicana de Agronegocios. 9 (17): 30-52.
14. CAMPOS DE JESÚS, S.; VÁZQUEZ, P.L.; OLIVARES, S. E.; TREVIÑO, P. L.; SANTOS, M. O.; LEMUS, H.C.; AGUILAR, S.H.; LEYVA, R.J. 2005. Diagnóstico del cultivo de nogal en los Municipios de Aramberri, Bustamante, Rayones, Villaldama y Zaragoza, Nuevo León. (en línea). Nuevo León, México, Portal OEIDRUS. s.p. Consultado ene. 2013. Disponible en [http://oeidrus.nl.gob.mx/oeidrus/ESTUDIOS E INVESTIGACIONES/AGRICULTURA/nogal.pdf](http://oeidrus.nl.gob.mx/oeidrus/ESTUDIOS_E_INVESTIGACIONES/AGRICULTURA/nogal.pdf)
15. CASAUBON, E. A. 2007. Guía para la plantación de pecan en Argentina. In: Informe técnico; Proyecto Pecan. s.l., INTA. s.p.
16. CHÁVEZ. G.; FIGUEROA, V.U.; MEDINA, M. 2003. Abastecimiento de micronutrientes en nogal Pecanero. In: Simposio Internacional Nogalero (12º, 2003, Torreón, Coahuila). Actas. México, NOGATEC. pp. 12-16.
17. CONTARIN, S.; CURBELO, L. 1987. Aporte para la regionalización del cultivo de frutales de hojas caduca en el país según la ocurrencia

de frío invernal ocurrido. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 116 p.

18. DABUL, M.; MADERO, E.; FRUSSO, E. 2005. Cosecha y poscosecha de la nuez pecan (en línea). In: Jornada Técnica Proyecto ProPecan (2a., 2007, Buenos Aires). Memorias. Delta del Paraná, INTA Delta del Paraná. s.p. Consultado jul. 2012. Disponible en http://anterior.inta.gov.ar/delta/propecan/jornada/cosecha_postcosecha.pdf
19. _____. 2009. Cosecha, almacenamiento y Acondicionamiento de la nuez Pecan. In: Jornada Técnica Proyecto Propecan (3ª., 2009, Buenos Aires). Memorias. Buenos Aires, INTA Delta del Paraná. s.p.
20. DEZCALZO, A.; GRIGIONI, G.; ROSSETTI, L.; CARDUZ, F. 2009. Estabilidad oxidativa y su relaciones con la vida útil, valor nutricional y aspectos sensoriales de nuez pecan. In: Jornada Técnica Proyecto Propecan (3a., 2009, Buenos Aires). Memorias. Buenos Aires , INTA Delta del Paraná. s.p.
21. DORESTE, P. 2011. Ficha técnica fruta seca nuez pecan. (en línea). Buenos Aires, Alimentos Argentinos. 11 p. Consultado ene. 2013. Disponible en http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/frutasecas/informes/NuezPecan_2011_06Junio.pdf
22. DURAN, A.; CALIFRA, A.; MOLFINO, J. H. 1990. Suelos del Uruguay según Soil Taxonomy 1999. Uruguay. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. 14 p. Consultado ago. 2012. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/>
23. FIGUEROA, V.; MEDINA, M. MC.; CHAVEZ, G. J. 2002. Manejo de suelo. en tecnología de producción en nogal Pecanero. México, INIFAP. 224 p.
24. _____. 2007. Uso y aportaciones minerales en compostas en Nogal Pecanero. México, INIFAP. 230 p.

25. FRUSSO, E. 1997. Aspectos del cultivo del nogal pecan. In: Jornada Técnica Proyecto Propecan (1a., 1997, Buenos Aires). Memorias. Buenos Aires, INTA Delta del Paraná. pp. 1-10.
26. _____. 2007. Características morfológicas y fenológicas del pecan. In: Jornada Técnica Proyecto Propecan (2a., 2007, Buenos Aires). Memorias. Buenos Aires, INTA Delta del Paraná. s.p.
27. _____.; LAVADO, R. S. 2008. Influencia del nitrógeno, fósforo y cinc sobre el crecimiento y el rendimiento de la nuez pecan. In: Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo (12o., 2008, San Luis, Argentina). Actas. s.n.t. s.p.
28. _____. 2009. Características morfológicas y fenológicas del pecan. (en línea). In: Curso INIA Las Brujas (1o., 2009, Canelones). Memorias. Montevideo, INIA. s.p. Consultado ago. 2012. Disponible en http://www.inia.org.uy/online/files/contenidos/link_23112009093756.pdf.
29. GIL, G. 2000. Fruticultura. La producción de fruta; frutas de clima templado y subtropical. Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile. 585 p.
30. GIUFFRÉ, L.; ZUBILLAGA, M.; ROMANIUK, R.; RÍOS, R.; HILDING, O. M. 2011. Fertilización de base en un cultivo inicial de pecan con dos marcos de plantación de alta densidad. (en línea). Ciencias Suelo. 29 (1): 91-97. Consultado ago. 2012. Disponible en <http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v29n1/v29n1a10.pdf>
31. GLANDDEN, M. B. 1979. A Comparison of pecans to other foods for nutritive value. Pecan South Magazine. 6(6): 18-19.
32. GODOY 1994. Manejo del agua en diferentes etapas fenológicas del nogal. In: Conferencia Internacional del Cultivo del Nogal Pecanero (13a., 1994, Ciudad de México). Memorias. México, CIRNOC-INIFAP. s.p.
33. _____. 1996. Crecimiento y desarrollo del fruto del pecanero (Carya Illinoensis K) cv Western y su relación con la unidad de calor, evapotranspiración y días. In: Conferencia Internacional del Cultivo del Nogal Pecanero (14a., 1996, Ciudad de México). Memorias. México, CIRNOC-INIFAP. pp.45-57.

34. _____.; REYES, J.; HUITRON, R. 1999. Respuesta del nogal a la disponibilidad del agua. *In*: Reporte Anual de investigación e innovación tecnológica INIFAP. Tecnología de riego en nogal pecanero. México, SAGAR/INIFAP/CIFAP. pp. 35-42.
35. _____.; LÓPEZ, M. I.; TORRES, E. C.; CRISTIAN, C. J.; MORALES, V. 2000a. Comportamiento hídrico de hojas y frutos de nogal pecanero y su relación con la calidad y germinación del fruto. *In*: Reporte Anual de investigación e innovación tecnológica INIFAP. Tecnología de riego en nogales pecan. México, CELALA/CIRINOC/INIFAP. s.p.
36. _____.; _____. 2000b. Desarrollo de la almendra y germinación del fruto del nogal pecanero bajo cuatro calendarios de riego. (en línea). *Revista Terra Latinoamericana*. no. 180: 305-311. Consultado nov. 2012. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/573/57318404.pdf>
37. GRAUKE, L. J.; THOMPSON, T. E . 1996. Pecan cultivars. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado ene. 2013. Disponible en <http://aggiehorticulture.tamu.edu/carya/pecans/>
38. HERRERA, E. A 1983. Crecimiento y desarrollo de la nuez. *In*: Conferencias Internacionales de la Nuez (5o., 1983, Delicias, Chihuahua). Trabajos completos. México, Asociación Agrícola de Productores de Nogal y Nuez. pp. 40-49.
39. _____. 1990. Fruit growth and development of ideal and western pecans. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 115 (6): 915-923.
40. _____. 1996. Hábito de floración del nogal. *In*: NHSU Guía sobre el nogal pecanero. s.l., Nuevo México, Servicio Cooperativo de Extensión Agrícola. pp. 272-279.
41. _____. 2004. Manejo de huertas de Nogal. México, s.e. pp.183-267.
42. HU, H.; SPARKS, D. 1991. Zinc deficiency inhibits chlorophyll synthesis and gas exchange in Stuar Pecan. *Hort Science*. 26(3): 267-268.

43. INSTITUTO NACIONAL INVESTIGACIONES FORESTALES AGRICOLAS Y PECUARIAS (INIFAP). 2002. Tecnología de producción en nogal pecanero. México, CAELALA- CIRNOC- INIFAP. 221 p.
44. INSTITUTO NACIONAL INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. (INIA). 1989. Acuerdo de trabajo MGAP. RENARE/INIA. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado nov. 2012 Disponible en http://www.inia.org.uy/online/img/gras/agua_coneat_web.pdf
45. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLA (INASE). 2011. (en línea). Buenos Aires. s.p. Consultado nov. 2012. Disponible en http://www.inase.gov.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=101:descriptorescultivares&catid=49:formularios&Itemid=148
46. KOLAKOWSKA, A. 2003. Lipid oxidation in food systems. In: Sikorski, Z. E.; Kolakowska, A. eds. Chemical and functional properties of food lipids. London, CRC. pp. 133-165.
47. LARGADA, M. A. 1978. Comportamiento fenológico de 14 cultivares de nogal pecanero en la región Lagunera. In: El nogal pecadero; libro técnico. Matamoros, Coahuila, México, INIFAP. pp. 91-157.
48. _____. 2005. Evolución de la tecnología de manejo para la producción de nogal pecanero. In: Congreso del Nogal Pecanero (13º., 2005, México). Memorias. Chihuahua, Asociación Agrícola de Productores de Nogal y Nuez/ SOMECH. s.p.
49. _____. 2007. Alternancia de producción en nogal pecanero. In: Congreso del Nogal Pecanero (14º., 2007, México). Memorias. Chihuahua, Asociación Agrícola de Productores de Nogal y Nuez/ SOMECH. pp 5-8.
50. _____. 2009. Fisiología de la brotación del nogal pecanero. In: Congreso del Nogal Pecanero (15º., 2009, México). Memorias. Chihuahua, Asociación Agrícola de Productores de Nogal y Nuez/ SOMECH. pp. 77-88
51. LEMÚS, G. 2004. El cultivo de pecano (*Carya Illinoensis*). (en línea). San Felipe, s.e. Consultado mar. 2012. Disponible en

<http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/EL%20CULTIVO%20DEL%20PECANO.pdf>

52. LOBARDINI, L. 2003. Fisiología y efecto poda. (en línea). In: Ciclo de Conferencias de Nogalero a Nogalero del Norte del Estado de Coahuila (1er., 2003, Coahuila). Memorias. México. Rodríguez Lara. pp. 19-28. Consultado ene. 2013. Disponible en http://www.comenuz.org/xoo/uploads/Eventos/1_Nogalero/01_Dia_Nogalero.pdf
53. MADDEN, G. D.; TISDALE, H. W. 1975a. Effect of chilling and stratification on nut germination of northern pecan cultivars. HortScience. 10 (3): 265-270.
54. _____; BRISON, F. R.; MC DANIEL, J. C. 1975b. Pecans. In: Jaines R.A. ed. Handbook of North America nut trees. Texas, North Nut Growers Association pp. 153-169.
55. _____.1979. The tree pecans. In: Jaynes, R.A.ed. Nut tree culture in North America. Texas, North Nut Growers Association. pp.13-34.
56. MADERO, E. 2009a. Cultivares de pecan. (en línea). In: Simposio de Rubros Alternativos Frutícolas en Uruguay (1er., 2009, Canelones). Memorias. Montevideo, INIA. s.p. Consultado jul. 2012. Disponible en <http://www.inia.org.uy/online/site/67067011.php>
57. _____.;FRUSSO, E. 2009b. La nuez pecan en Argentina. In: Curso sobre Pecan (1er., 2009, Las Brujas). Memorias. Montevideo, INIA. s.p.
58. _____.2009c. Nuez pecan. Interesante alternativa para el NOA. Argentina. In: Curso sobre Producción de Pecan (2º., 2009, Argentina). Memorias. Buenos Aires, INTA Delta del Paraná. s.p.
59. MARTINEZ. D.G. 2007. Fases críticas en el desarrollo de la nuez. In: Seminario Pecanero (11o., 2007, Sonora). Memorias. México, INIFAP/CECH. pp. 50-53.
60. MASKAN, M.; KARATAS, S. 1999. Storage stability of wholesplit pistachio nuts (*Pistachia vera* L.) at various conditions. Food Chemistry. 66(3):227-233.

61. MÉXICO. SECRETARIA DE AGRICULTURA GANADERIA DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACION (SAGARPA).s.f. Nuez mexicana. (en línea). México. s.p Consultado ago. 2012. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/infografias/Paginas/nuez.aspx>
62. _____ . _____ . _____ . SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP) s.f. Cierre de producción agrícola por cultivo. (en línea). México. s.p. Consultado ago. 2012. Disponible en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350
63. MOLFINO. J. 2009. Acuerdo de trabajo MGAP. RENARE/INIA. GRAS. (en línea). Montevideo, Uruguay, INIA. 2 p. Consultado oct. 2012. Disponible en http://www.inia.org.uy/online /img/gras/agua_coneat_web.pdf
64. NUÑEZ, M.J.; VALDEZ, G.B.; MARTINEZ, D.G.; VALENZUELA, C. E. 2001. El nogal pecanero en Sonora. México, SAGRAPA. 209 p. (Folleto Técnico no. 3).
65. OJEDA, B. D.; HERNÁNDEZ, R,A.; MARTÍNEZ, T.J.; NUÑEZ, .B.A.; PEREA, P.E. 2009. Aplicación foliar de quelatos de Zn en nogales pecaneros. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 15 (2): 205-210.
66. _____.; PEREA, P.E. HERNÁNDEZ, R. A.; LOPEZ, D.J.; MARTÍNEZ, T.J. 2010. Suministro foliar de Zn para optimizar el manejo en nogal pecanero. In: Simposio Internacional de Nogal Pecanero (6º., 2010, México). Memorias. Hermosillo, Sonora, México, s.e. s.p.
67. ORONA, C. I.; ESPINOZA, J. J.; GONZÁLEZ, C. G.; MURILLO, A.B.; GARCÍA, H. J.; SANTAMARÍA, C.J. 2006. Aspectos técnicos y socioeconómicos de la producción de nuez (*Carya illinoensis* Koch) en la comarca lagunera. Revista Agricultura Técnica en México. 32(3): 295-301.

68. PECANITA AGROINDUSTRIAL. 2010. Óleo de Noz Pecan; Pecan oil. (en línea). Cachoeira do Sul, RS, s.e. s.p. Consultado ago. 2012. Disponible en <http://www.pecanita.com.br>
69. PEÑA, J. 2010. Pecan opens to excellent price. (en línea). In: AG-ECO NEWS. Extension economist-management. Texas, AgriLife.s.p. Consultado ene. 2012. Disponible en <http://agecoext.tamu.edu/resources/library/newsletters/ag-eco-news-series/2010/iss-28-october-8-2010-pecan-market-opens-to-excellent-price-bids-as-increased-export-demand-puts-pressure-on-prices-production-estimate-of-271-million-pounds-is-down-20-million-pounds-from-last-year.html>
70. PETERSON, J. K. 1990. *Carya illinoensis* (Wangenh.) K.Koch pecan. (en línea). In: Burns, R.; Honkala, B. eds. Silvics of North America. Washington, D.C., USDA. Forest Service. v.2, pp. 205-210. (Agricultura Handbook no. 654). Consultado jul. 2011. Disponible en http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/volume_2/carya/illinoensis.htm.
71. PIZARRO, B. I. 2010. Generación de las bases para identificar fenología en nogal (*Juglans regia*) cv. serr en la precordillera de la provincia Limarí, región de Coquimbo, Chile. (en línea). Coquimbo, Universidad de la Serena Facultad de Ciencias. Escuela de Agronomía. 10 p. Consultado ene. 2012. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/37507610/14/Crecimiento-y-desarrollo-de-fruto>
72. PORROS, P. A.; CABRERA DE LA COLINA, J.; SORIANO, M. Ma. L. s.f. Olivicultura y elaiotecnia. (en línea). Castilla, Compobell. pp. 71-73. Consultado ene. 2013. Disponible en http://books.google.com.uy/books?id=KiFbyUYuWk4C&pg=PA72&lpg=PA72&dq=lavee+1986+porcentaje+de+cuajado+del+olivo&source=bl&ots=UI25k4jWud&sig=KDbZtb0ebObKtGcwN_09cGPcvso&hl=es&sa=X&ei=I2KmUeLKB6bF0AGTpYHQBQ&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=lavee%201986%20porcentaje%20de%20cuajado%20del%20olivo&f=false
73. PORTILLO, E. P.; OJEDA, D. L.; HERDANDEZ, O. A.; ESCUDERO, D. J.; MARTINEZ, J. J.; LOPEZ, G. R. 2010. El Zinc como promotor de crecimiento y fructificación en el nogal pecanero. Revista Tecnociencia. 4 (2): 64-71.

74. RICHARDSON, E. A.; SEELEY, S. D.; WALTER, D. R. 1974. A model for estimating the completion of rest for «Redhaven» and «Elberta» Peach trees. *HortScience* 9(4): 321-332.
75. SIERRA, E. M.; PEREZ, S. P.; CASAGRANDE, G.; VERGARAR, G. 2001. Efecto del ENSO sobre las precipitaciones del trimestre noviembre-enero (1981/1998) en el centro este de la provincia de la Pampa, Argentina. *Revista Agronómica del Agrometeorología*. 1 (2):83-87.
76. SIMPOSIO INTERNACIONAL DE NOGAL PECANERO (11^o., 2010, Sonora). Memorias. (en línea). México, INIFAP/CECG. 178 p. Consultado mar. 2012. Disponible en <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/1684/XI%20Simposio%20internacional%20de%20nogal%20pecanero%202010.pdf?sequence=1>
77. SPARKS, D.; HEATH, J. H. 1972. Pistillate flower and fruit drop of pecan as a function of time and shoot length. *HortScience*. 7 (4): 402-403.
78. _____. 1979. Physiology. Site, growth, flowering, fruiting and nutrition. *In*: Jaynes, R. A. ed. *Nut tree culture in North America*. Texas, Northern Nut Growers Association. pp. 211-239.
79. _____. 1986. Pecan. *In*: Monselise, S.P. ed. *Handbook of fruit set and development*. Boca Ratón, CRC. pp. 323-339.
80. _____. 1989. Predicción de la madurez de la nuez pecanera por medio de unidades calor. *Horticultural Science*. 24(6):454-455.
81. _____. 1993. Manejo del huerto nogalero en clima cálido, con énfasis en problemas de apertura de ruzno. *In*: Conferencias Internacionales sobre el Cultivo de Nogal (12^a, 1993, Hermosillo, Sonora). Memorias. México, INIFAP. pp. 66-79.
82. _____.; YATE E. 1995. Anatomy of schuck abscission in desirable pecan. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 120 (2): 790-797.

- 83._____.1996. A climatic model for pecan production under humid condition. Journal of the American Society of Horticultural Science. 121(4):908-914.
- 84._____.; MADDEN, D. 1997. Effect of the genotype on the elemental concentration of pecan leaves. HortScience. 12(4): 251-252.
- 85.STEIN, J. A.; MCEACHER, G. R.; STOREY, J. B. 1985. Summer and full moistures stress and irrigation. Scheduling influence pecan growth and production. HortScience. 24 (4): 607-611.
- 86.TORRI, S. I.; CABELLO, M. J.; LAVADO, R. 2007. Diagnóstico de la calidad de los suelos y su fertilidad para el cultivo de pecan. In: Curso Producción de Pecan en Argentina (1º.,2007,Buenos Aires). Memorias. s.l., INTA. s.p.
- 87._____.; DESCALZO, C.; FRUSSO, E.; 2009. Estimación del área foliar en cultivares de pecan (*Carya illinoensis*). Ciencia e Investigación Agraria. 36(3): 53-58.
- 88.TOUS, J., VILLAMIL, J., HERMOSO J., ALBINI, A 2005. El olivo en Uruguay. Olivae. Revista Oficial de Consejo Oleícola Internacional. 103(2): 56-61.
- 89.UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE. s.f. Pecan breeding program national clonal germplasm repository for pecans and hickories. (en línea). Austin. s.p. Consultado set. 2012. Disponible en <http://aggiehorticulture.tamu.edu/CARYA/index.htm>
- 90._____. NATIONAL AGRICULTURAL LIBRARY. NUTRIENT DATA LABORATORY. 2012. Nutrient data for 12142, Nuts, pecans. (en línea). Austin. s.p. Consultado set. 2012. Disponible en <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3659?fg=&man=&facet=&format=&count=&max=25&offset=&sort=&qlookup=pecan>
- 91.UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY (ARGENTINA). FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS. s.f. Elección de variedades Establecimiento "Los Pecanes". (en línea). Concepción del Uruguay. s.p. Consultado dic. 2012. Disponible en

<http://www.ucu.edu.ar/fca/wpcontent/plugins/downloadsmanager/upload/Eleccion%20de%20Variedades.pdf>

92. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. 1982 Sistema de información geográfica. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado nov. 2012. Disponible en <http://www.renare.gub.uy>
93. _____. _____. PROGRAMA DE RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO DEL RIEGO (PRENADER). s.f. Sistema de información geográfico. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ago. 2011. Disponible en <http://www.prenader.gub.uy/>
94. VALDEZ, G.B.; DURÓN, N.L. 2009. Programación del riego en Nogal. In: Seminario Internacional de Nogal Pecanero (28º., 2009, México). Memoria técnica. Ciudad de México, INIFAP. pp. 37-47.
95. VALENZUELA, A.B.; NIETO, S.K. 2001. Los antioxidantes protectores de la calidad en la industria alimentaria. Ronda Latinoamericana. 55(1): 55-75.
96. WALWORTH, J.L.; POND, A.P.; KILBY, M. 2009. Soil zinc fertilization of Wichita pecan trees growing under alkaline soil conditions. HortScience. 44(6): 1736-1740.
97. WELLES, M.L.; WOOD, B.W. 2008. Foliar boron and nickel applications reduce water-Stage fruit split of pecan. HortScience. 43(5): 1437-1440.
98. WORLEY, R. C.; MULLINIX, B. G. 1996. Fertigation and leaf analysis reduce nitrogen requirements of pecans. HortTechnology. 6 (4): 401-405.

9 ANEXOS

Anexo No. 1. Descripción del grupo Coneat

Porcentajes de Suelos CONEAT

Descripción de grupos de suelos CONEAT

10.6a Este grupo se localiza como una faja discontinua en el sur de los Dptos. de Canelones, Montevideo, San José y Colonia. El material geológico corresponde a sedimentos limo arcilloso del Cuaternario, de color pardo a pardo naranja. El relieve es suavemente ondulado, con predominio de pendientes de 1 a 3%. En el Dpto. de Canelones, aproximadamente hacia el este de Toledo, el relieve es más fuerte ya que se encuentra influido por la proximidad del basamento cristalino dando un predominio de pendiente de 2 a 4%. Los suelos predominantes corresponden a Brunosoles Subeutricos, a veces Eutricos, Tipicos y Luvicos (Praderas Pardas medias y máximas) de color pardo a pardo oscuro, textura franco limosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados. El uso predominante en los Dptos. de Montevideo y Canelones es horticola-fruticola y de cultivos a escala de pequeña chacra. En San José y Colonia existen cultivos estivales-invernales, papa etc. al nivel de chacra media. Este grupo integra las unidades Kiyu (Colonia y San José) y Toledo (Montevideo y Canelones) de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F). Índice de productividad 206

Anexo No. 2. Precipitación media histórica y del periodo de estudio 2011/2012.

| | Precipitaciones | | | |
|-----------|-----------------|-----------|------------------|--------|
| | 1990/2012 | 2011/2012 | Diferencia de pp | % |
| Setiembre | 71,6 | 20,5 | -51,1 | 28,65 |
| Octubre | 100,4 | 69,5 | -30,9 | 69,26 |
| Noviembre | 105,7 | 114,3 | 1,0 | 108,17 |
| Diciembre | 83,5 | 63,6 | -19,9 | 76,19 |
| Enero | 96,2 | 60,7 | -35,5 | 63,09 |
| Febrero | 102,1 | 109,7 | 7,6 | 107,44 |
| Marzo | 119,1 | 112,6 | -6,5 | 94,54 |
| total | 678 | 551 | -135 | |

Fuente: elaboración propia en base a datos de INIA Las Brujas.

Anexo No. 3. Comparación de la Precipitación en Primavera_ verano, la media histórica con la precipitación en el 2011_2012.

| | 1990_2012 | 2011_2012 | % | déficit |
|-----------|-----------|-----------|------------|---------|
| Primavera | 361,0 | 267,9 | 74,2011834 | -93,1 |
| verano | 317,4 | 283 | 89,1581103 | -34,4 |

Fuente: elaboración propia en base a Datos INIA Las Brujas

Anexo No. 4. Duración de les etapas de crecimiento del cultivo del cultivo para distintas regiones.

| | Inicial | Desarrollo | Medio | Final | Total | Fecha de siembra | Región |
|--------------------------------|---------|------------|-------|-------|-------|------------------|-----------------|
| Huerto de Arboles caducifolios | 20 | 70 | 90 | 30 | 210 | Setiembre | Latitud alta |
| | 20 | 70 | 120 | 60 | 270 | Setiembre | Latitud baja |
| | 30 | 50 | 130 | 30 | 240 | setiembre | California EEUU |
| Nogal | 20 | 11 | 130 | 30 | 190 | Octubre | Utha EEUU |

Fuente: Allen et al. (2006).

Anexo No. 5. Coeficiente de cultivo (Kc)

| | Kc inicial | Kc medio | Kc final | Altura máx. cultivo |
|-----------------|------------|----------|----------|---------------------|
| Huerto de nogal | 0.50 | 1.10 | 0.65 | 4-5 m |

Fuente: Allen et al. (2006).

Anexo No. 6. Planilla de campo Fenología

| Arbol No. | | Posicion GPs | | | No. Fila | Observaciones |
|-----------|---------|--------------|-----------------|------------------|-------------------|---------------|
| Fecha | Poscion | No. Brotes | No. Flor Mascul | Largo de amentos | No. Flor Femenina | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |

Anexo No.7. Planilla de Fructificación

| Arbol No. | | | | | | |
|-----------|---------|------------|----------------|-------------------|---------------|--|
| Fecha | Poscion | No. Frutos | Largo promedio | Diametro promedio | observaciones | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| | Sur | | | | | |
| | | | | | | |
| | Norte | | | | | |
| | | | | | | |
| </ | | | | | | |

Anexo No. 8. Planilla de cosecha

| | Fecha | Fecha | Fecha | Fecha | Fecha | |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------|
| Arbol | Kg cosechados | Total |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 21 | | | | | | |
| 22 | | | | | | |
| 23 | | | | | | |
| | | | | | | |

Anexo No. 9. Descriptor de la forma de frutos

020. (*) (+) NUEZ: LARGO

- 1. : CORTO {SUCCESS}
- 2. : MEDIO {HARRIS SUPER}
- 3. : LARGO {MAHAN}

021. (*) (+) NUEZ: ANCHO EN VISTA LATERAL

- 1 : ANGOSTO {MAHAN}
- 2 : MEDIO
- 3 : ANCHO {SHOSHONI}

022. (*) (+) NUEZ: ANCHO EN VISTA VENTRAL

- 1 : ANGOSTO {KERNODLE}
- 2 : MEDIO {STUART}
- 3 : ANCHO {SHOSHONI}

023. (+) NUEZ: FORMA EN VISTA LATERAL

- 1 : ORBICULAR
- 2 : OVADA
- 3 : OVAL ELÍPTICA {SUCCESS}
- 4 : OBOVADA
- 5 : ELÍPTICA {SHOSHONI}
- 6 : OBLONGO ELÍPTICA {STUART, KERNODLE, DESIRABLE}
- 7 : OBLONGA {HARRIS SUPER, MAHAN}

024. (+) NUEZ: FORMA EN VISTA VENTRAL

- 1 : ORBICULAR
- 2 : OVADA
- 3 : OVAL ELÍPTICA {SHOSHONI, SUCCESS}
- 4 : OBOVADA
- 5 : ELÍPTICA
- 6 : OBLONGO ELÍPTICA {STUART, STARKING}
- 7 : OBLONGA {HARRIS SUPER, MAHAN}

025. (+) NUEZ: FORMA EN SECCIÓN TRANSVERSAL

- 1 : ELÍPTICA {KERNODLE}
- 2 : CIRCULAR {DESIRABLE, SHOSHONI, MAHAN}
- 3 : APLANADA

026. (+) NUEZ: FORMA DEL ÁPICE

- 1 : AGUDO {STUART, DESIRABLE}
- 2 : ACUMINADO {HARRIS SUPER, MAHAN}
- 3 : APICULADO {KERNODLE}
- 4 : OBTUSO {SUCCESS}
- 5 : REDONDEADO

027. (+) NUEZ: FORMA DE LA BASE

- 1 : CAUDADA
- 2 : ACUMINADA {STARKING}
- 3 : APICULADA {MAHAN}
- 4 : OBTUSA {HARRIS SUPER}
- 5 : REDONDEADA {STUART, SUCCESS, SHOSHONI}

028. NUEZ: INTENSIDAD DEL COLOR CASTAÑO DE LA CÁSCARA

- 1 : CLARO {SUCCESS, MAHAN, DESIRABLE}
- 2 : MEDIO {HARRIS SUPER, STUART}
- 3 : OSCURO {SHOSHONI, KERNODLE}

029. NUEZ: ÁREA CUBIERTA CON MANCHAS

- 1 : PEQUEÑA {SHOSHONI, HARRIS SUPER}
- 2 : MEDIA {DESIRABLE, KERNODLE, MAHAN}
- 3 : GRANDE {STUART}

Fuente: INASE (2012)

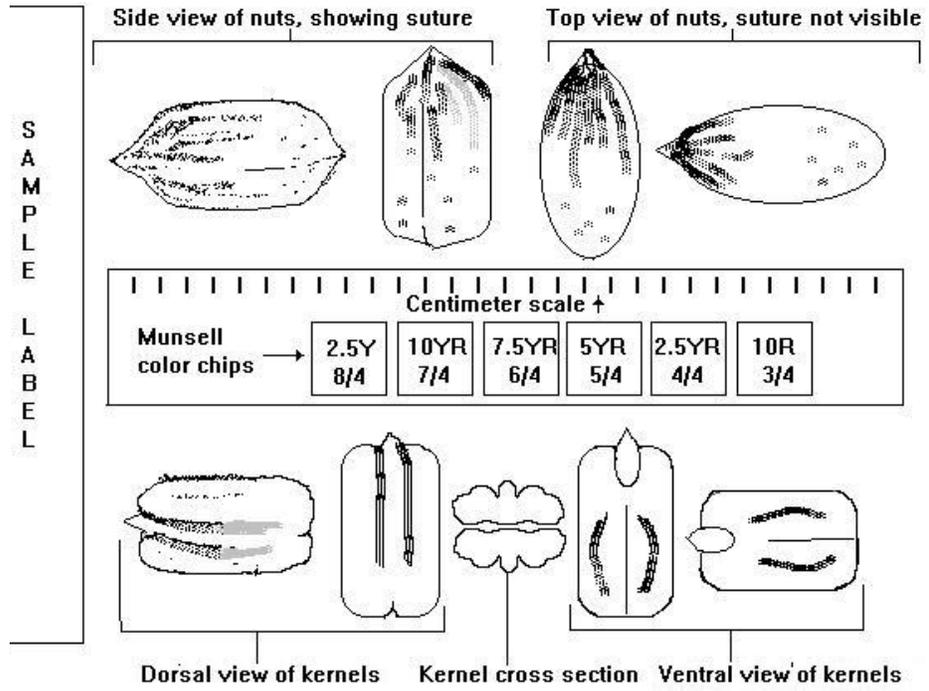
Anexo No. 10.

Descriptor de los parámetros morfológico del fruto de pecan, según el el departamento de Agricultura de Estados Unidos.

- Descriptor del Fruto del pecan de acuerdo al cociente entre el largo y el ancho del fruto, este último se mide la parte más ancha de la nuez:
 1. Orbicular 1 a 1.39
 2. Ovada 1.40 a 1.59 más ancha en el base
 3. Obovada 1.40 a 1.59 más ancha en el ápice
 4. Obovada 1.40 a 1.59 más amplia al medio
 5. Elíptica 1.60 a 1.79
 6. Oblongo Elíptica 1.80 a 1.99
 7. Oblonga superior a 2

- Tipo de ápice y base
 1. "aguda" para los ángulos agudos que 90 grados
 2. "acuminada" para ángulos agudos que tienen superficies cóncavas;
 3. "obtuso" para ángulos mayores a 90 grados.

- Forma de sección transversal se describe como
 1. Si la altura de la tuerca a proporciones de ancho son entre 0.95 y 1.10, "redondo"
 2. "lateralmente comprimido" Si excede de altura de la tuerca a proporciones de ancho 1.10
 3. "aplanado" si son 0 .95 o menos.



Fuente: USDA (s.f.).