

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

¨CARACTERIZACIÓN DE ÁRBOLES JÓVENES DE PECÁN POR SU CALIDAD DE NUEZ¨

Trabajo Final de Grado

ALUMNO: Emanuel Pablo ALVAREZ

DNI: 33.498.537

DIRECTORA: Ing. Agr. Mag. Marcela BORDA

EVALUADORES:

Ing. Agr. Alejandro FORTUNATA

Ing. Agr. Gabriela GONZALEZ

Ing. Agr. M Sc. María PESCIE

13 de diciembre del 2019

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN IV
ABSTRACT VI
INTRODUCCIÓN 1
Origen y clasificación taxonómica 1
Valor nutritivo 1
Producción, exportación e importación mundial 3
El cultivo en Argentina 4
Morfología del árbol 4
Descripción de la especie 6
Caracterización y calidad de la nuez 8
MATERIALES Y MÉTODOS 11
Localización y caracterización del ensayo 11
Material vegetal 12
Metodología utilizada para el cumplimiento de los objetivos específicos 12
Diseño experimental y análisis estadístico 16
RESULTADOS 18
Forma de la nuez 18
Tamaño de la nuez 20
Porcentaje de pepita 20
Clasificación de la nuez por tamaño según los estándares de SENASA y USDA 21
Clasificación de la nuez por porcentaje de pepita según los estándares de SENASA 22
DISCUSIÓN 24
CONCLUSIONES 29
BIBLIOGRAFÍA 31

INDICE DE TABLAS

Tabla I: Composición nutricional de la nuez de pecán cada 100 gramos.....2
Tabla II: Clasificación del tamaño de la nuez según los estándares de SENASA y USDA. 15
Tabla III: Clasificación del tamaño de la nuez como peso individual (g) en base a los estándares de SENASA y USDA. 16
Tabla IV: Clasificación del porcentaje de pepita (contenido comestible de la nuez), según los estándares de SENASA.....16
Tabla V: Valores promedio de la relación longitud/altura (L/A) en los tres años de estudio y forma de la nuez para cinco cultivares de pecán, ‘Shoshoni’, ‘Desirable’, ‘Stuart’, ‘Cape Fear’ y ‘Pawnee’, cultivados en Navarro, Buenos Aires.....18
Tabla VI: Valores promedio de Peso de la nuez (g) y Porcentaje de pepita (%) en los años 1 y 3, para cinco cultivares de pecán ´Shoshoni´, ´Pawnee´, ´Stuart´, ´Cape Fear´ y ´Desirable´ cultivados en Navarro, Buenos Aires.....21
Tabla VII: Clasificación de la nuez por tamaño, según los estándares de SENASA y USDA, para cinco cultivares de pecán ‘Shoshoni’, ‘Cape Fear’, ‘Stuart’, ‘Pawnee’ y ‘Desirable’ en Navarro, Buenos Aires.....22
Tabla VIII: Clasificación de la nuez por el porcentaje de pepita según los estándares de SENASA, en cinco cultivares de pecán ‘Pawnee’, ‘Shoshoni’, ‘Cape Fear’, ‘Stuart’ y ‘Desirable’, cultivados en Navarro, Buenos Aires. 23
Tabla IX: Cuadro comparativo entre los resultados hallados y la bibliografía disponible para peso de la nuez (g) en cinco cultivares de pecán ‘Shoshoni’, ‘Cape Fear’, ‘Stuart’, ‘Desirable’ y ‘Pawnee’ cultivados en Navarro, Buenos Aires. 26
Tabla X: Cuadro resumen de la forma y tamaño de nuez, y porcentaje de pepita en cinco cultivares de pecán ‘Shoshoni’, ‘Desirable’, ‘Stuart’, ‘Cape Fear’ y ‘Pawnee’, cultivados en Navarro, Buenos Aíres. 28

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución natural del pecán 1

Figura 2: *Carya illinoinensis* (Wangenh.) K. Koch, a) árbol, b) hojas, c) flor masculina, d) flor femenina, e) fruto inmaduro y f) fruto a la madurez 5

Figura 3: Corte transversal del fruto de pecán 6

Figura 4: Precipitaciones y temperaturas medias mensuales para el período 1982-2012 en el partido de Navarro (Bs.As.) 11

Figura 5: Determinaciones de longitud y altura de la nuez.....13

Figura 6: Formas de la nuez, en porcentaje, discriminando por año y cultivar.....19

RESUMEN

El pecán [*Carya illinoinensis* (Wangenh.) K. Koch] se desarrolla en Argentina desde mediados del siglo XX, con condiciones agro-ecológicas muy buenas para producir nueces de calidad. Sin embargo, el interés por este cultivo resurgió en los últimos años impulsado por una demanda mundial en constante aumento. La expansión de las zonas productivas y las nuevas plantaciones, que incluyen cultivares poco conocidos para nuestra región, motivaron a generar nuevo conocimiento sobre el comportamiento de esta especie bajo nuestras condiciones de clima y cultivo. Dentro de las características que se recomiendan considerar en la elección de un cultivar la calidad de la nuez es una de las más importantes. Árboles jóvenes de cinco cultivares de pecán, utilizados comercialmente en la provincia de Buenos Aires, fueron evaluados por tres ciclos anuales consecutivos con el objetivo de caracterizarlos y clasificarlos según su calidad de nuez. Las variables analizadas fueron, forma de la nuez (relación longitud/altura); tamaño de la nuez (peso individual de la nuez) y porcentaje de pepita (relación peso pepita/peso nuez). Los datos fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza y test de comparaciones múltiples para la separación de medias. La forma y el tamaño de la nuez presentaron variabilidad en los primeros años productivos, a diferencia del porcentaje de pepita que resultó ser más estable. En todos los cultivares, la forma se estabilizó al tercer año; el tamaño fue más que aceptable desde el primer año productivo (entre las categorías grande y gigante de SENASA y USDA) y se incrementó en el tercer ciclo; y el porcentaje de pepita estuvo por encima del rango más bajo según la clasificación de SENASA. Los cultivares se agruparon de manera diferente según la característica evaluada. La heterogeneidad en la forma y tamaño

responde a árboles jóvenes que transitan hacia la etapa adulta, por ello la información lograda en este trabajo podrá ser de utilidad para que el productor pueda homogeneizar su producción y eficientizar los recursos en los primeros años productivos.

Palabras claves: *Carya illinoinensis*, árboles jóvenes, forma de la nuez, tamaño de la nuez, porcentaje de pepita.

ABSTRACT

Pecan [*Carya illinoinensis* (Wangenh.) K. Koch] production started in Argentina in mid-twentieth century, with suitable agro-ecological conditions to produce quality nuts. However, during recent years, the interest in this crop resurfaced driven by the constant increasing global demand. The expansion of productive areas and new plantations, which include unknown cultivars for our region, caused the development of new knowledge related to the behavior of this species under our climate and cultivation conditions. Among all variables to take into consideration when choosing a new cultivar, the quality of nuts is one of the most important. Young trees of five pecan cultivars, used commercially in Buenos Aires, were evaluated for three consecutive annual cycles in order to characterize and classify them according to their nut quality. The variables analyzed were, nut shape (length/height ratio); nut size (individual nut weight) and kernel percentage (the mass of the kernel -edible part- expressed as a percentage of the total mass of the mature nut). The data was statistically analyzed using a variance analysis and multiple comparisons test for the means separation. The results showed that shape and nut size presented a variable behavior in the first productive years, unlike kernel percentage that proved to be the most stable indicator. In all cultivars, shape stabilized after the third year; the size of nut demonstrated an acceptable performance from the first productive year (between large and oversize categories of SENASA and USDA classification) and increased in the third year of analysis; in kernel percentage all cultivars were over the lowest range according to the SENASA classification. All cultivars were grouped differently according to the characteristic evaluated. The heterogeneity in the shape and size of the nut is related to having analyzed young trees entering

adulthood, so the conclusions obtained in this work may be useful for producers to homogenize their production and make resources more efficient in the first productive years.

Key words: *Carya illinoinensis*, young trees, nut shape, nut size, kernel percentage.

INTRODUCCIÓN

Origen y clasificación taxonómica

El pecán, *Carya illinoinensis* (Wangenh.) K. Koch, es nativo de los Estados Unidos (Sparks, 1991, 2005; Westwood, 1993), donde se distribuye a lo largo del río Mississippi y sus afluentes desde el norte de Illinois y el sudeste de Iowa hasta la costa del golfo (Fig. 1) (Peterson, 1990; Grauke, 2003).

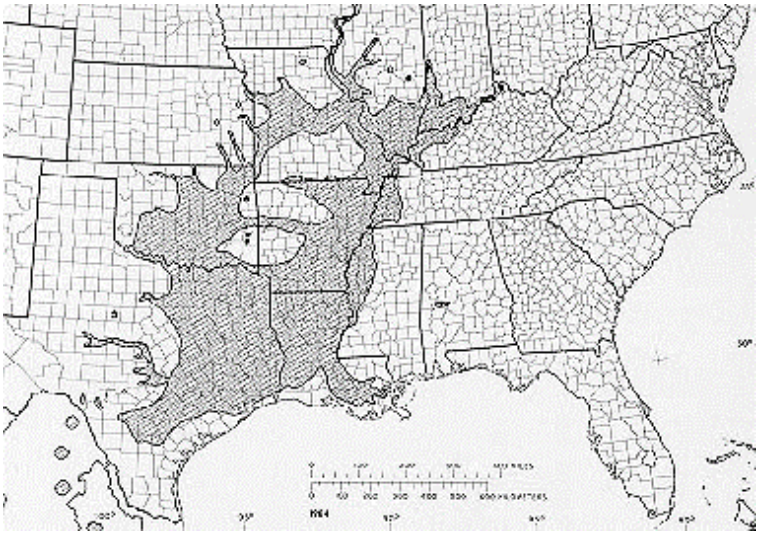


Figura 1: Distribución natural del pecán (Peterson, 1990; Grauke, 2003)

Taxonómicamente pertenece al orden Fagales y a la familia J*uglandáceas*; dentro del género *Carya* (del griego *Karya,* nogal) se encuentran unas 20 especies (Parodi, 1980), siendo ésta la más importante económicamente y el cultivo de nuez nativo más valioso de América del Norte (Thompson y Conner, 2012).

Valor nutritivo

El pecán forma parte de los denominados '*frutos secos'*, junto a la almendra, avellana, castaña, castaña de cajú, pistacho, nuez de Brasil y nuez nogal (Código Alimentario Argentino, 2018). Las nueces de pecán son ricas en tiamina, también conocida como vitamina B1 (Tabla I) que contribuye a un normal funcionamiento del

corazón (McKay *et al*., 2018). A su vez, la elevada cantidad de grasas mono-insaturadas ayuda a reducir los factores de riesgo de enfermedades cardiometabólicas. Estas nueces no solo se consideran un alimento saludable para el corazón, sino que también son una de las fuentes vegetales más ricas en antioxidantes polifenólicos totales, conocidos por su capacidad para combatir el daño celular (Bolling *et al*., 2011).

Tabla I: Composición nutricional de la nuez de pecán cada 100 gramos.

Nutriente	**Unidad**	**Valor cada 100 grs**
Agua	g	3,52
Energía	kcal	691
Proteína	g	9,17
Total de Grasas	g	71,97
Carbohidratos	g	13,86
Fibra dietaria	g	9,6
Azucares totales	g	3,97
Calcio	mg	70
Hierro	mg	2,53
Magnesio	mg	121
Fósforo	mg	277
Potasio	mg	410
Sodio	mg	0
Cinc	mg	4,53
Vitamina C	mg	1,10
Tiamina	mg	0,66
Riboflavina	mg	0,13
Niacina	mg	1,167
Vitamina B-6	mg	0,21
Folato, DFE	µg	22
Vitamina B-12	µg	0
Vitamina A, RAE	µg	3
Vitamina A, IU	IU	56
Vitamina E	mg	1,4
Vitamina K	µg	3,5
Saturadas	g	6,18
Monoinsaturadas	g	40,801
Polinsaturadas	g	21,614
Colesterol	mg	0
Cafeína	mg	0

Fuente: USDA, 2019a

Producción, exportación e importación mundial

Durante la temporada 2018/19, la producción mundial de nuez pecán fue estimada en alrededor de 140.200 toneladas métricas (nuez sin cáscara). Esto significó un +28% sobre el promedio de los últimos 10 años. México y Estados Unidos lideran dicha producción, con el 52% y 40%, respectivamente; seguidos por Sudáfrica (7%) y Australia (1%) (International Nuts and Dried Fruit Council, 2019).

En 2017, las exportaciones de nuez pelada a nivel mundial, sumaron 61.000 toneladas métricas, alcanzando el nivel más alto de los últimos 10 años. México (62%) y Estados Unidos (36%) fueron los principales proveedores. El mayor destino de las nueces mexicanas fue Estados Unidos; mientras que éste último, exportó el 50% a Europa y el 25% a Canadá. Además, en ese mismo año, se comercializaron 117.351 toneladas métricas de nueces con cáscara en todo el mundo. Estados Unidos representó el 49% de la participación mundial y sus principales destinos fueron: China, México y Vietnam (Internacional Nuts and Dried Fruit Council, 2019).

Estados Unidos también fue el principal importador de nuez pelada en 2017 con 37.993 toneladas métricas, seguido por Canadá (5.628) (Internacional Nuts and Dried Fruit Council, 2019).

En términos comerciales, la inserción del pecán en el mercado mundial en el año 2009 estuvo acompañada de una fuerte caída de la nuez nogal y una elevada demanda de países altamente consumidores como China (Cluster de la nuez pecán, 2015).

El cultivo en Argentina

Según el Relevamiento Nacional de Frutos Secos (2019) en el país existen 4780 hectáreas de pecán, ubicándose en el segundo lugar luego del nogal. Ésta superficie representa el 21% del total implantado con frutos secos a nivel nacional.

La producción estimada es de 1200 toneladas, con un 30% destinado a la exportación. En 2018, los principales destinos fueron Estados Unidos, Hong Kong, Brasil y Holanda, a éste último país se exportó como nuez pelada.

Cabe mencionar que mercados como Brasil y Holanda demandan nuez pelada, lo que representa un gran atractivo para la actividad pecanera argentina, pero en la actualidad sólo se cuenta con un 20% de la capacidad de pelado (Secretaría de Agroindustria, 2019).

El área de cultivo se extiende desde el norte argentino hasta el centro de Buenos Aires y La Pampa (CAPPECAN, 2019). Concentrándose en las provincias de Buenos Aires, Entre Ríos y Santa Fe (Cluster de la nuez pecán, 2015).

Morfología del árbol

El pecán es un árbol longevo y de gran porte (Parodi, 1980); pudiendo alcanzar alturas superiores a los 21 metros y 1.8 m de diámetro de tronco (Andersen y Crocker, 2004) (Fig. 2a). Si bien sus principales usos son el forestal y el frutal (Parodi, 1980) provee madera de calidad para la producción de muebles y tiene un alto valor estético (Peterson, 1990).

Presenta hojas caedizas, alternas, imparipinadas, compuestas entre 11 y 17 folíolos aserrados y glabros (Parodi, 1980) (Fig. 2b).

Las flores masculinas o estaminadas, se encuentran dispuestas en amentos, sobre ramas de un año de edad; y las flores femeninas o pistiladas, reunidas en inflorescencia sobre los brotes del año (Parodi, 1980; Westwood, 1993) (Fig. 2c y d). El fruto es una drupa involucrada, derivado de gineceo ínfero, gamocarpelar, uniseminado, cubierto por un involucro resultante de la soldadura del receptáculo carnoso con el epicarpio y el mesocarpio. A la madurez, el endocarpo esclerificado se separa de dichas envolturas (De Magistris *et al*., 2017) (Fig. 2e, f y Fig. 3.). La semilla, es decir, la parte comestible de la nuez también se la conoce como “pepita”.



Figura 2: *Carya illinoinensis* (Wangenh.) K. Koch, a) árbol, b) hojas, c) flor masculina, d) flor femenina, e) fruto inmaduro y f) fruto a la madurez

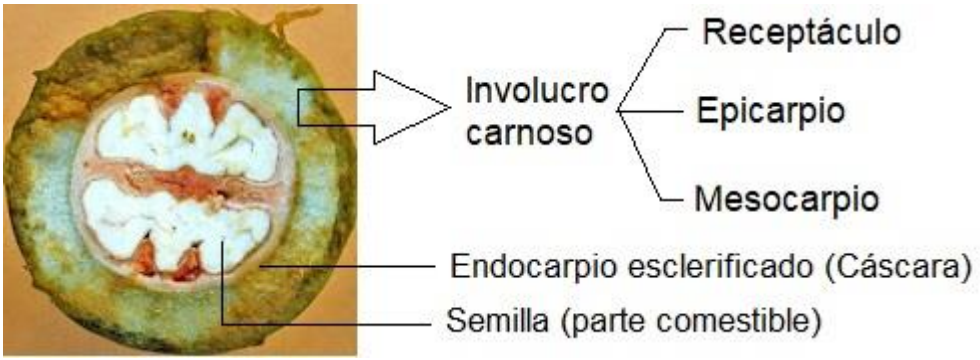


Figura 3: Corte transversal del fruto de pecán

Descripción de la especie

La planta es diclino monoica (las flores mono sexuales se disponen en el mismo árbol), dicogámica y de polinización anemófila (Sparks, 2005). La dicogamia implica una separación temporal entre las floraciones masculina y femenina; los cultivares pueden ser protándricos, si la liberación del polen precede a la receptividad del estigma (dicogamia de tipo I), o protoginios en la situación inversa (dicogamia de tipo II). A su vez, la dicogamia puede ser parcial o completa (Grauke, 2019).

Como especie caducifolia el ciclo anual de crecimiento comienza en la primavera, con el desarrollo de los amentos y los brotes; estos últimos pueden potencialmente formar flores femeninas en su ápice (Herrera, 1999).

En nuestra región, las floraciones masculina y femenina se extienden desde mediados de octubre a mediados de noviembre (Pescie *et al*., 2018) y el fruto se desarrolla por un periodo aproximado de 6 meses entre mediados de noviembre y fines de mayo (Borda *et al*., 2018). Luego de la cosecha, el árbol entra en reposo invernal, hasta el próximo ciclo de crecimiento en primavera.

Requerimientos edafoclimáticos

El pecán presenta un amplio rango de adaptación climática, encontrándose entre los 30° y 42°N de latitud (Sparks, 1991).

En su lugar de origen se desarrolla principalmente en un clima húmedo; con un rango de precipitaciones entre 760 y 2010 mm anuales. La temperatura media estival puede alcanzar los 27°C, con extremos de hasta 46°C; en el invierno la temperatura media varía entre 10° y -1°C, con extremos de hasta -29°C (Peterson, 1990).

Amling y Amling (1980) reportaron que los requerimientos de frío, necesarios para la salida de la dormición de las yemas, alcanzaron los 300 a 400 en 'Mahan', 'Success' y 'Desirable' y de 700 a +1000 en 'Stuart'.

El pecán crece comúnmente en suelos francos, bien drenados, que no están expuestos a inundaciones prolongadas (Peterson, 1990). El perfil edáfico debe tener al menos 1.5 metros de profundidad para una penetración óptima de las raíces, ya que el sistema radicular de los árboles maduros en un suelo profundo y bien drenado puede superar los 3 metros. El pH óptimo se encuentra entre 5.5 y 6.5 (Andersen y Crocker, 2004).

En Argentina, se realizaron trabajos para establecer las zonas agroclimáticas, las zonas termo-hídricas y la aptitud de los suelos para el cultivo del pecán. Conti *et al*. (2008) determinaron una zona de buena aptitud agroclimática ubicada al E de Santiago del Estero, C-N de Santa Fe, S de Chaco, S de Corrientes, y N de Entre Ríos; mientras que la zona del Delta y el sur entrerriano aparecen con un buen índice de aptitud agroclimática. En cuanto a las zonas termo-hídricas, Sierra *et al*. (2007), concluyeron que el clima argentino ofrece una amplia gama de condiciones

aptas para este cultivo que abarca una importante superficie en el norte y centro del país. Por otro lado, Gómez y Cruzate (2007) establecieron cuatro clases de aptitud de los suelos argentinos: la óptima que comprende las provincias de Buenos Aires, Entre Ríos, sur de Santa Fe, este de Córdoba y las Yungas. Las zonas aptas, que se encuentran rodeando las zonas óptimas, se distribuyen en el centro y noreste del país. Aquellas con aptitudes marginales que se ubican en la pampa deprimida de la provincia de Buenos Aires. Y, por último, las zonas no aptas en las regiones patagónicas y de la Alta Cordillera de los Andes.

Caracterización y calidad de la nuez

La forma de la nuez es una de las características más distintivas que puede presentar un cultivar; tal es así que el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, la incluyó en su Programa de Mejoramiento creando un sistema de clasificación estándar (Thompson y Grauke, 2003; Thompson, 2005; Grauke y Thompson, 2018). En este mismo sentido, la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, 2015) la considera dentro de las directrices importantes para la “armonización internacional de la descripción de las variedades”. A nivel productivo, esta información se torna relevante ya que podría uniformar las condiciones en las que se realiza el pelado mecánico de las nueces (Haulik y Holtzhausen, 1988).

Según la Organización Internacional de Normalización (ISO) la calidad es la capacidad de un producto o servicio de satisfacer las necesidades declaradas o implícitas del consumidor a través de sus propiedades o características. El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) en su resolución 446/2014 define calidad como: “propiedad o conjunto de propiedades inherentes a

una cosa que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie". En el caso de la nuez pecán, entre los atributos que definen su calidad se destacan: el tamaño de la nuez (número de nueces kg^{-1}), el porcentaje de pepita, el color de la pepita y la forma de la nuez (Haulik y Holtzhausen, 1988)

Por lo tanto, el tamaño de la nuez y el porcentaje de pepita no sólo son determinantes para la caracterización de los cultivares, sino que también son importantes para definir su calidad. Incluso se recomienda que estos factores sean considerados en la elección de los cultivares (Byford, 2005; Wells y Conner, 2015).

El tamaño de la nuez generalmente se expresa como número de nueces por libra ('*nuts per pound',* en inglés) (USDA 2019b) o número de nueces por kilogramo (SENASA 2019) o como peso individual de la nuez (Smith y Gallott, 1990; Smith, 1991; Sparks, 1991) y varía con el cultivar (Haulik y Holtzhausen, 1988; Wells y Conner, 2015), la edad del árbol, el clima, el suelo y la estación de crecimiento (Haulik y Holtzhausen, 1988). La elección del cultivar en función del tamaño de la nuez obedece principalmente a razones de mercado, ya que las nueces grandes son preferidas por los consumidores, se pueden vender con o sin cáscara, y en ambos casos, se obtienen los mejores precios (Conner y Worley, 2002; Wells y Conner, 2015).

Así como el tamaño de la nuez es un factor dominante en la elección del cultivar, el porcentaje de pepita es el factor principal para definir su calidad (Wells y Conner, 2015). El porcentaje de pepita es la proporción de la nuez que es comestible, y si bien es característico del cultivar, varía con la humedad del suelo, la carga frutal y la edad del árbol. En árboles jóvenes, el porcentaje de pepita es elevado debido a que la carga frutal es baja y la cantidad de hojas es suficiente para abastecer la

demanda de carbohidratos que requiere el llenado de la nuez. A medida que el árbol madura la carga es mayor y con ello también aumenta la dificultad para lograr un buen llenado de las mismas (Wells y Conner, 2015).

Los estándares para graduar un producto juegan un rol económico importante a la hora de establecer el precio de una transacción comercial (Florkowski *et al.,* 1992).

El objetivo general de este trabajo fue caracterizar, comparar y clasificar según su calidad de nuez, árboles jóvenes de cinco cultivares de pecán [*Carya illinoinensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivados en la región centro-norte de la provincia de Buenos Aires. Para alcanzar el objetivo general se propusieron los siguientes objetivos específicos:

Objetivo específico 1: Determinar la forma de la nuez para cada cultivar a través de las variables cuantitativas longitud y altura.

Objetivo específico 2: Establecer el tamaño de la nuez para cada cultivar, medido como el peso individual de la nuez.

Objetivo específico 3: Determinar el porcentaje de pepita para cada cultivar.

Objetivo específico 4: Clasificar a los cultivares, por tamaño de nuez y porcentaje de pepita, según los estándares establecidos por SENASA y USDA.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y caracterización del ensayo

El ensayo se situó en una plantación comercial en el partido de Navarro, provincia de Buenos Aires, República Argentina (35º05'47'' Lat S 59º17'18'' Long O, altitud 35 msnm).

El clima de la región corresponde al tipo Cfa (subtropical sin estación seca) según la clasificación de Köpen (1931). En la figura 4 se muestran las precipitaciones y las temperaturas medias mensuales para el partido de Navarro. La precipitación media anual es de 1037 mm, siendo agosto el mes más seco (51 mm) y enero el más lluvioso (116 mm). La temperatura media anual es de 16,4°C, con un mínimo de 9,8°C en los meses de junio-julio, y un máximo de 23,9°C en enero (CLIMATE-DATA.ORG, 2019).

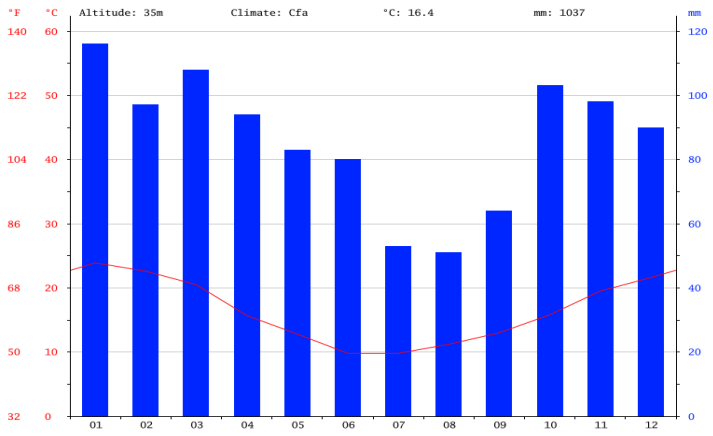


Figura 4: Precipitaciones y temperaturas medias mensuales para el período 1982-2012 en el partido de Navarro (Bs.As.) Fuente: CLIMATE-DATA.ORG, 2019

El ensayo se llevó a cabo en un rectángulo ubicado en el centro de un lote de 19 has; la disposición de los árboles es a tres bolillos con una distancia de 8x8m. El suelo es franco, con 4,26% de materia orgánica y pH 5,7. La plantación posee

fertirriego y el manejo del cultivo (nutrición, control de plagas y enfermedades) se realizó según las recomendaciones de INTA para la zona (Trabichet, 2017).

Los datos corresponden a tres cosechas consecutivas de los años 2016, 2017 y 2018, año 1, año 2 y año 3, respectivamente.

Material vegetal

Árboles implantados en el año 2012, de cinco cultivares de pecán [*Carya illinoinensis* (Wangenh.) K. Koch] 'Stuart', 'Desirable', 'Shoshoni', 'Cape Fear' y 'Pawnee', fueron utilizados como material vegetal. Éstos cultivares provienen de Estados Unidos y se encuentran dentro de los registrados en el Instituto Nacional de Semillas.

Metodología utilizada para el cumplimiento de los objetivos específicos

Para lograr el cumplimiento de los objetivos específicos propuestos en este trabajo se utilizó la siguiente metodología:

Objetivo específico 1: *Determinar la forma de la nuez para cada cultivar a través de las variables cuantitativas longitud y altura.*

Sobre un total de 8 árboles por cultivar, luego de cada cosecha, se muestrearon 10 nueces por árbol y por cultivar y se realizaron las siguientes mediciones:

Longitud y altura de la nuez: para la medición de ambas variables se consideraron las especificaciones propuestas por Grauke (2016), como se muestra en la figura 5.

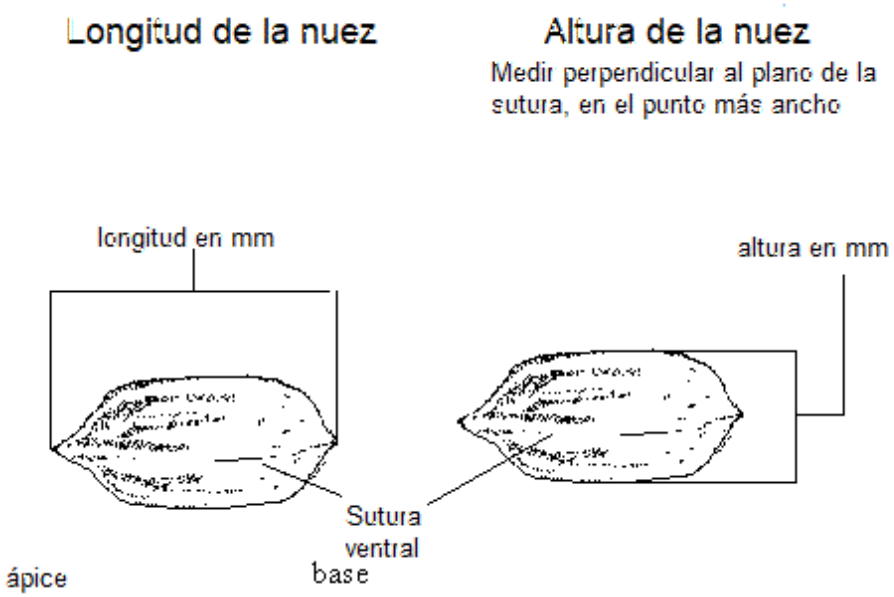


Figura 5: Determinaciones de longitud y altura de la nuez. Adaptado de Grauke (2016).

Luego, con los valores obtenidos de longitud y altura se calculó la relación entre ambas variables (relación L/A) para poder determinar la forma de la nuez, considerando la escala de Grauke y Thompson (2018), como sigue:

- ***Orbicular:*** 1 a 1.39
- ***Ovada:*** 1.40 a 1.59, más ancha en la base
- ***Obovada:*** 1.40 a 1.59, más ancha en ápice
- ***Oval elíptica:*** 1.40 a 1.59, más ancha en el medio
- ***Elíptica:*** 1.60 a 1.79
- ***Oblonga elíptica:*** 1.80 a 1.99
- ***Oblonga:*** 2 o más

Objetivo específico 2: *Establecer el tamaño de la nuez para cada cultivar, medido como el peso individual de la nuez.*

Sobre un total de 15 árboles por cultivar, luego de cada cosecha, se muestrearon 10 nueces por árbol y por cultivar, se procedió a la identificación de cada uno de ellas enumerándolas del 1 al 10 y se registró el peso individual de la nuez.

Las variables que fueron correlacionadas con el peso de la nuez: rendimiento por planta y número de nueces por planta fueron registradas anualmente luego de cada cosecha; mientras que el diámetro del tronco fue medido a 60cm desde la base del suelo mediante la fórmula: circunferencia (cm) / π, en el último año.

Objetivo específico 3: *Determinar el porcentaje de pepita para cada cultivar.*

Luego de registrar el peso individual de la nuez, para el objetivo específico 2, las mismas nueces identificadas del 1 al 10 fueron peladas y se pesó la pepita. El porcentaje de pepita fue calculado como:

Porcentaje de pepita (%): Peso pepita (g) * 100/ Peso nuez (g)

Nota: las variables, forma y tamaño de la nuez y porcentaje de pepita fueron evaluadas durante los años 2016, 2017 y 2018; sin embargo, entre los meses de enero y marzo de 2017, se produjo un inconveniente con el sistema de riego de la plantación por lo que las plantas sólo recibieron agua de las precipitaciones ocurridas durante ese periodo (97 mm en promedio (Freemeteo, 2018)). Según Marcó (2015) este periodo se corresponde con la elongación de la nuez y, parcialmente, con el llenado de la pepita donde un déficit hídrico afecta directamente el tamaño y el llenado de la nuez, pero no la forma la que se establece en un periodo anterior. Por esta razón, los datos del año 2017 (año 2) de estas dos variables no fueron incluidos en el análisis para este trabajo.

Objetivo específico 4: *Clasificar a los cultivares, por tamaño de nuez y porcentaje de pepita, según los estándares establecidos por SENASA y USDA.*

A partir de los valores hallados de peso de la nuez y porcentaje de pepita (objetivos específicos 2 y 3, respectivamente) se clasificaron a los cultivares según los estándares de SENASA (2019) y USDA (2019b), como sigue:

Tabla II: Clasificación del tamaño de la nuez según los estándares de SENASA y USDA.

Clasificación del tamaño	**Número de nueces por libra (USDA)**	**Número de nueces por kilogramo (SENASA)**
Oversize/ Gigante	55 o menos	122 o menos
Extra Large/ Extra grande	56 a 63	123 a 139
Large/ Grande	64 a 77	140 a 170
Medium/ Medio	78 a 95	171 a 210
Small/ Pequeño	96 a 120	211 o más

1 *pound*= 0.453 kg

NOTA: Los estándares de SENASA y USDA coinciden en los rangos de tamaño de la nuez para cada categoría.

Debido a que los árboles en estudio son jóvenes y están comenzando su etapa reproductiva, la cantidad de nueces producidas es baja principalmente en los cultivares poco precoces (‘Desirable’ es el menos precoz de los cinco evaluados en este trabajo, en el primer año productivo sólo 8 de los 15 árboles muestreados produjeron frutos con un promedio de 4frutos/árbol; en el año 3 sólo 5 de los 14 árboles produjeron nueces con un promedio de 7, datos no mostrados) esto indicaría que no sería conveniente extrapolar los valores a número de nueces por kilogramo. Por ello se realizó la tabla III, donde se expresa el tamaño de la nuez como peso individual, basados en los estándares de SENASA y USDA.

Tabla III: Clasificación del tamaño de la nuez como peso individual (g) en base a los estándares de SENASA y USDA.

Categoría SENASA/USDA	**Peso nuez (g)**
Gigante/*Oversize*	8,2 o más
Extra Grande/ *Extra Large*	8,19 - 7,2
Grande/*Large*	7,19 - 5,88
Medio/*Medium*	5,87 - 4,76
Pequeño/*Small*	4,75 o menos

Tabla IV: Clasificación del porcentaje de pepita (contenido comestible de la nuez), según los estándares de SENASA

Categoría	**Rango de porcentaje de contenido comestible**
A	≥ 52
B	<52 - ≥48
C	<48 - ≥45
D	<45

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue un DCA (diseño completamente aleatorizado), con 8 repeticiones por cultivar para la forma de la nuez y 15 repeticiones por cultivar para el tamaño de la nuez y porcentaje de pepita. Cada planta de pecán representó una unidad experimental. Para el análisis estadístico de los datos se utilizaron los programas: SAS/STAT® versión 13.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, 2012) e Infostat (Di Rienzo *et al*., 2015). Las variables peso de la nuez 2016, porcentaje de pepita 2016 y porcentaje de pepita 2018, no presentaron homogeneidad de varianza y fueron analizadas con el procedimiento MIXED de SAS, utilizando el test de

comparaciones múltiples de Tukey-Kramer, con un nivel de significancia del 5% para la separación de medias. El peso de la nuez 2018, fue analizado con el procedimiento GLM del mismo programa estadístico y se utilizó el test de Duncan al 5%. Las correlaciones entre las variables, rendimiento por planta, número de nueces por planta, diámetro del tronco y peso de la nuez y entre el peso de la nuez y porcentaje de pepita fueron analizadas mediante el coeficiente de correlación de Pearson, con un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS

Forma de la nuez

El promedio de la relación longitud/altura (L/A) en los tres años de estudio, mostró valores muy similares entre los cultivares ‘Desirable’, ‘Stuart’ y ‘Cape Fear’ correspondiéndose a una forma de nuez elíptica. Por otro lado, ‘Shoshoni’ presentó el valor más bajo y una forma de nuez redondeada, mientras que en ‘Pawnee’ el promedio fue el mayor y la forma de la nuez alargada (Tabla V).

Tabla V: Valores promedio de la relación longitud/altura (L/A) en los tres años de estudio y forma de la nuez para cinco cultivares de pecán, ‘Shoshoni’, ‘Desirable’, ‘Stuart’, ‘Cape Fear’ y ‘Pawnee’, cultivados en Navarro, Buenos Aires.

Cultivar	Promedio L/A	Forma de la nuez
Shoshoni	1,46	Ovada/Obovada/Oval elíptica
Desirable	1,62	Elíptica
Stuart	1,64	Elíptica
Cape Fear	1,65	Elíptica
Pawnee	1,81	Oblonga elíptica

El análisis de la forma por año y por cultivar mostró un aumento progresivo de los porcentajes hacia la forma elíptica en ‘Cape Fear’ y ‘Stuart’; hacia la forma ovada/obovada/oval elíptica en ‘Shoshoni’ y hacia la forma oblonga elíptica en ‘Pawnee’. ‘Desirable’, se comportó de manera diferente al resto de los cultivares, ya que la forma elíptica lograda en el año 3, no se alcanzó con un aumento progresivo en los años anteriores (Fig. 6).

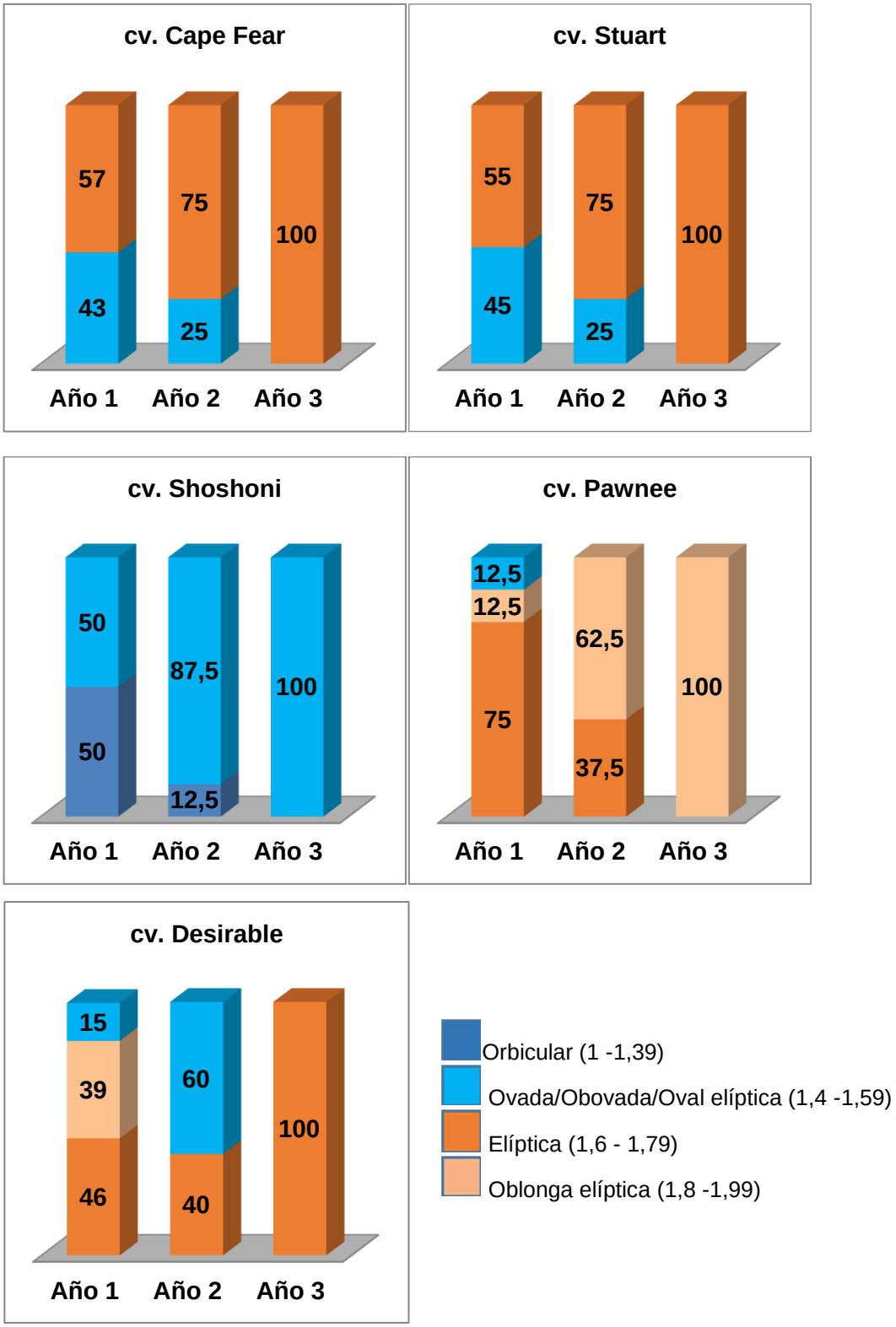


Figura 6: Formas de la nuez, en porcentaje, discriminando por año y cultivar.

n=80 nueces/cultivar/año

Tamaño de la nuez

Los cultivares se diferenciaron estadísticamente en el peso de la nuez en los dos años analizados (Tabla V). Dentro del año 1, 'Shoshoni' fue el cultivar de mayor peso mientras que 'Desirable' mostró el valor más bajo; estableciéndose una diferencia de ≈2 gramos (g) entre ellos. Por otro lado, 'Cape Fear', 'Stuart' y 'Pawnee' tuvieron valores similares y no presentaron diferencias estadísticas. Dentro del año tres, los pesos más altos (e igual valor) fueron obtenidos por 'Cape Fear' y 'Stuart', siendo 'Pawnee' el peso más bajo, y encontrándose 'Desirable' y 'Shoshoni' en situaciones intermedias. Comparando el año 3 con el año 1, es notoria la diferencia que 'Cape Fear' y 'Stuart' mostraron con respecto a 'Pawnee', cuando en el año 1 no se habían diferenciado. También es de destacar el aumento de 'Desirable' (2,64 g) y el valor casi constante de 'Shoshoni' entre ambos periodos, que llevó a disminuir la diferencia de 2 g establecida en el primer año, a una levemente superior a favor de 'Desirable' en el último periodo. Con excepción de 'Shoshoni', los cultivares incrementaron su peso entre los años 1 y 3.

Por otra parte, no se encontró correlación entre las variables rendimiento por planta y peso de la nuez (año 1 $p= 0,1230$ y año 3 $p=0,1249$), ni entre el número de nueces por planta y el peso de la nuez (año 1 $p= 0,53$ y año 3 $p=0,50$); como así tampoco entre el diámetro del tronco (utilizado como indicativo del tamaño del árbol) y el peso de la nuez ($p= 0,76$ datos no mostrados).

Porcentaje de pepita

Los cultivares mostraron diferencias significativas en el porcentaje de pepita en los años analizados (Tabla VI). A diferencia del peso de la nuez, los valores fueron muy

similares para ambos periodos dentro de cada cultivar. Analizando los dos años es notoria la diferencia de ‘Pawnee’ y ‘Shoshoni’ con el resto de los cultivares, pudiéndose establecer dos grupos, donde el promedio de ‘Shoshoni’ y ‘Pawnee’ en el año 1 fue +8.5% y en el año 3 +7%, respecto a ‘Stuart’, ‘Cape Fear’ y ‘Desirable’.

Los análisis de correlación indican que no hubo una correlación significativa entre el peso de la nuez y el porcentaje de pepita en el año 1 (p = 0,83), pero sí en el año 3 donde se observó una correlación negativa entre ambas variables (p= 0,0009 r= -0,55) (datos no mostrados).

Tabla VI: Valores promedio de Peso de la nuez (g) y Porcentaje de pepita (%) en los años 1 y 3, para cinco cultivares de pecán ´Shoshoni´, ´Pawnee´, ´Stuart´, ´Cape Fear´ y ´Desirable´ cultivados en Navarro, Buenos Aires.

Cultivar	**Peso nuez (g)**		**Porcentaje pepita (%)**	
	*Año 1**	*Año 3***	*Año 1**	*Año 3**
Shoshoni	8,26 A	8,23 BC	51 A	51 A
Pawnee	7,14 BC	8,14 C	56 A	55 A
Stuart	7,34 BC	9,36 A	47 C	45 D
Cape Fear	7,58 B	9,36 A	46 CD	46 D
Desirable	6,27 C	8,91 AB	43 D	48 C

Las medias seguidas de igual letra dentro de la misma columna no difieren estadísticamente según: * el test de Tukey-Kramer al 5%, ** test de Duncan al 5%.

Clasificación de la nuez por tamaño según los estándares de SENASA y USDA

Según los estándares de SENASA y USDA, en el año 1 todos los cultivares presentaron categorías entre grande y gigante (Tabla VII). ‘Shoshoni’ fue el de

mayor tamaño, separándose de los dos grupos que conformaron ‘Cape Fear’ y ‘Stuart’ por un lado, y ‘Pawnee’ y ‘Desirable’ por el otro de categorías extra grande y grande, respectivamente. En el año 3, excepto ‘Pawnee’ el resto de los cultivares presentaron tamaño gigante. Comparando ambos periodos, ‘Shoshoni’ mantuvo la misma categoría, mientras que ‘Cape Fear’, ‘Stuart’ y ‘Pawnee’ ascendieron un nivel y dos niveles en el caso de ‘Desirable’ (Tabla VII).

Tabla VII: Clasificación de la nuez por tamaño, según los estándares de SENASA y USDA, para cinco cultivares de pecán ‘Shoshoni’, ‘Cape Fear’, ‘Stuart’, ‘Pawnee’ y ‘Desirable’ en Navarro, Buenos Aires.

Cultivar	Año 1		Año 3	
	Peso nuez (g)	**Tamaño SENASA/USDA**	**Peso nuez (g)**	**Tamaño SENASA/USDA**
Shoshoni	8,26	Gigante/*Oversize*	8,23	Gigante/*Oversize*
Cape Fear	7,58	Extra grande/*Extra large*	9,36	Gigante/*Oversize*
Stuart	7,34	Extra grande/*Extra large*	9,36	Gigante/*Oversize*
Pawnee	7,14	Grande/Large	8,14	Extra grande/ *Extra large*
Desirable	6,27	Grande/Large	8,91	Gigante/*Oversize*

Clasificación de la nuez por porcentaje de pepita según los estándares de SENASA

Para clasificar a los cultivares por su porcentaje de pepita según los estándares de SENASA, se tomó el promedio de los dos años, debido a que los valores fueron muy

similares en ambos periodos (Tabla VIII). Según esta clasificación ‘Pawnee’ presentó la categoría más alta seguida por ‘Shoshoni’, mientras que ‘Cape Fear’, ‘Stuart’ y ‘Desirable’, se agruparon dentro de la categoría C.

Tabla VIII: Clasificación de la nuez por el porcentaje de pepita según los estándares de SENASA, en cinco cultivares de pecán ‘Pawnee’, ‘Shoshoni’, ‘Cape Fear’, ‘Stuart’ y ‘Desirable’, cultivados en Navarro, Buenos Aires.

Cultivar	**Promedio % pepita**	**Categoría según SENASA**
Pawnee	55,5	A
Shoshoni	51	B
Cape Fear	46	C
Stuart	46	C
Desirable	45,5	C

Nota: los estándares de USDA no especifican una categorización de la nuez según su porcentaje de pepita.

DISCUSIÓN

En la forma de la nuez, los cultivares mostraron una concordancia entre la alcanzada al tercer año y la obtenida en el promedio de los tres años de estudio. Las formas halladas en ‘Shoshoni’ (oval elíptica), ‘Cape Fear’ (elíptica) y ‘Desirable’ (elíptica) coinciden con las descriptas por Grauke y Thompson (2018). Pero hubo diferencias en ‘Stuart’ (elíptica) y ‘Pawnee’ (oblonga elíptica), siendo oblonga elíptica y elíptica, respectivamente según éstos autores. En el caso de ‘Pawnee’ la discordancia podría deberse a que el valor promedio de 1,81 hallado en este trabajo se encuentra muy cercano al límite entre las dos categorías (elíptica: 1,6 - 1,79; oblonga elíptica: 1,80 – 1,99). Este no es el caso de ‘Stuart’ donde la diferencia se amplia de 1,64 (promedio de los tres años) a 1,80 (límite inferior de la forma oblonga elíptica). Por otro lado, la forma de ‘Pawnee’ coincide con la registrada por Thompson y Grauke (2003) y Thompson (2005).

La caracterización de la forma de la nuez en los cinco cultivares evaluados permitió separar a ‘Shoshoni’ (oval elíptica) y ‘Pawnee’ (oblonga elíptica) como cultivares extremos y agrupar a ‘Desirable’, ‘Stuart’ y ‘Cape Fear’ (elíptica) (Tabla V).

El análisis de la progresión anual de la forma resultó particularmente interesante debido a que se pudo observar que, en los primeros años productivos, los cultivares no presentan una forma única de nuez; mostrando una variabilidad que disminuye con el transcurso de los ciclos productivos (Fig.6).

Con respecto al tamaño de la nuez, es pertinente aclarar que la bibliografía disponible proviene mayormente de trabajos de extensión, donde no se especifica la edad de las plantas o las condiciones del cultivo; ésta diversidad de situaciones se reflejó en la heterogeneidad de los valores publicados para cada cultivar. Debido a

que no hubo correlación entre el peso de la nuez y variables asociadas al estado reproductivo (rendimiento y número de nueces por planta) o crecimiento de la planta (diámetro del tronco) se podría inferir que la variabilidad en los resultados encontrados obedece a que son árboles jóvenes que están comenzando a producir. Por lo tanto, para comparar los valores obtenidos con la bibliografía se consideraron ambos años de estudio, ya que un promedio de ellos no permitiría apreciar esta situación. En este sentido, sólo 'Shoshoni' y 'Cape Fear' presentaron tamaños dentro de los rangos bibliográficos en ambos años; 'Desirable' y 'Stuart' tuvieron bajos pesos de nuez en el año 1 pero dentro del rango para el cultivar en el año 3, 'Pawnee', por su parte, mostró valores inferiores a los bibliográficos en los dos periodos analizados (Tabla IX). En el tamaño de la nuez influyen factores climáticos, edáficos, genéticos (cultivar), como así también la edad de la planta (Haulik y Holtzhausen, 1988; Wells y Conner, 2015). Las diferencias encontradas no podrían deberse a los dos primeros ya que todos los árboles disponían de las mismas condiciones edafoclimáticas. Por otro parte, asumiendo que los valores citados corresponden a árboles adultos y que el tamaño de la nuez disminuye con la edad del árbol (Haulik y Holtzhausen, 1988) no se puede explicar con los datos obtenidos hasta el momento, que los cultivares analizados siendo árboles jóvenes se encuentren dentro, pero sobre todo por debajo de los valores bibliográficos.

Tabla IX: Cuadro comparativo entre los resultados hallados y la bibliografía disponible para peso de la nuez (g) en cinco cultivares de pecán 'Shoshoni', 'Cape Fear', 'Stuart', 'Desirable' y 'Pawnee' cultivados en Navarro, Buenos Aires.

Cultivar	Valores hallados Peso nuez (g) Año 1	Año 3	Rangos según bibliografía	Autores
Shoshoni	8,26	8,23	7 – 11,4	Amling *et al.* (1975); Smith y Gallott (1990); Byford (2005); Grauke y Thompson (2018); INTA (2019).
Cape Fear	7,58	9,36	7,4 – 10,1	Amling *et al.* (1975); Andersen (1988, 1996); Sparks (1991); Wells y Conner (2015); Grauke y Thompson (2018); INTA (2019).
Stuart	7,34	9,36	8,3 – 10,6	Amling *et al.* (1975); Sparks (1991); Andersen (1996); Byford (2005); Wells y Conner (2015); Grauke y Thompson (2018).
Desirable	6,27	8,91	8,4 – 11,9	Amling *et al.* (1975); Andersen (1988, 1996); Sparks (1991); Wells y Conner (2015); Grauke y Thompson (2018).
Pawnee	7,14	8,14	8,1 – 10,3	Conner y Worley (2002); Byford (2005); Wells y Conner (2015); Grauke y Thompson (2018); INTA (2019).

Los porcentajes de pepita, promedio de los dos años analizados, de 'Pawnee' (55.5%), 'Stuart' (46%) y 'Shoshoni' (51%) se ubicaron dentro de los valores hallados por Byford (2005), Grauke y Thompson (2018) y UGA (2019), que establecen rangos de 54-58% para 'Pawnee', 45-49% para 'Stuart' y 50-58% para 'Shoshoni'. Sin embargo, los porcentajes de 'Desirable' (45,5%) y 'Cape Fear' (46%) fueron sustancialmente menores comparados con los rangos de 49-55% y 51-57% reportados para ambos cultivares, respectivamente (Amling *et al*. (1975), Andersen (1988; 1996), Sparks (1991), Andersen y Crocker (2004), Wells y Conner (2015),

Grauke y Thompson (2018) y UGA (2019)). El porcentaje de pepita varía con factores genéticos (cultivar), edáficos (como la humedad del suelo) y otros inherentes al propio árbol como la edad y la carga frutal (Wells y Conner, 2015). Según estos autores el porcentaje de pepita disminuye a medida que el árbol madura debido a la mayor carga frutal y a la menor relación hoja/fruto que dificulta el adecuado llenado de las nueces. Esto también fue observado por Conner y Worley (2002) en un trabajo realizado sobre 15 genotipos. Considerando que los árboles del presente trabajo se encontraban en las mismas condiciones de cultivo, las diferencias no pueden explicarse por factores de índole edafoclimáticos. Sin embargo, tampoco pueden ser explicados por los factores inherentes al propio árbol, ya que como árboles jóvenes que recién están ingresando en la etapa productiva con baja carga frutal, el porcentaje de pepita debería ser mayor a los registrados en la bibliografía considerando que estos valores provendrían de árboles adultos.

En cuanto a los estándares establecidos por SENASA y USDA, es importante destacar que desde el primer año productivo los cultivares presentaron tamaños de nuez entre grande y gigante y que la tendencia fue en aumento, excepto en ‘Shoshoni’, que mantuvo su categoría en el último año. Por otro lado, el porcentaje de pepita, según los estándares de SENASA, permitió posicionar a ‘Pawnee’ en la categoría más alta, seguida por ‘Shoshoni’ y agrupar en una seguidamente inferior a ‘Cape Fear’, ‘Stuart’ y ‘Desirable’, aunque cabe aclarar que ninguno de los cultivares analizados presentó la menor categoría para esta variable.

Los resultados en este trabajo permitieron caracterizar árboles jóvenes de cinco cultivares de pecán cultivados en la región norte-centro de la provincia de Buenos Aires según su forma y tamaño de la nuez, y porcentaje de pepita (Tabla X). Los

cultivares pudieron separarse y agruparse según la variable en estudio. En cuanto a la forma, los casos extremos de ‘Shoshoni’ y ‘Pawnee’ claramente se separaron del grupo conformado por ‘Desirable’, ‘Stuart’ y ‘Cape Fear’. Por el tamaño en el primer año productivo, dos grupos conformados por ‘Desirable y ‘Pawnee’ y por ‘Stuart’ y ‘Cape Fear’ se diferenciaron de ‘Shoshoni’; sin embargo, en el año 3, sólo ‘Pawnee’ presentó una categoría menor a los demás cultivares. Por último, en el porcentaje de pepita, ‘Pawnee’ seguido por ‘Shoshoni’ se diferenciaron del grupo de ‘Desirable’, ‘Stuart’ y ‘Cape Fear’. Asimismo, es de destacar la similitud que mostraron ‘Cape Fear’ y ‘Stuart’ en las tres características estudiadas.

Tabla X: Cuadro resumen de la forma y tamaño de nuez, y porcentaje de pepita en cinco cultivares de pecán ‘Shoshoni’, ‘Desirable’, ‘Stuart’, ‘Cape Fear’ y ‘Pawnee’, cultivados en Navarro, Buenos Aíres.

Cultivar	**FORMA**		**TAMAÑO (g)**				**PEPITA (%)**	
	Promedio	**Año 3**	**Año 1**	**Categoría***	**Año 3**	**Categoría***	**Prom**	**Categoría****
Shoshoni	Ovada/ Obovada/ Oval elíptica	Ovada/ Obovada/ Oval elíptica	8,26	Gigante	8,23	Gigante	51	B
Desirable	Elíptica	Elíptica	6,27	Grande	8,91	Gigante	45,5	C
Stuart	Elíptica	Elíptica	7,34	Extra Grande	9,36	Gigante	46	C
Cape Fear	Elíptica	Elíptica	7,58	Extra Grande	9,36	Gigante	46	C
Pawnee	Oblonga elíptica	Oblonga elíptica	7,14	Grande	8,14	Extra Grande	55,5	A

*según estándares SENASA y USDA
**según estándares SENASA

CONCLUSIONES

La caracterización a través de la forma, el tamaño de la nuez y el porcentaje de pepita de árboles jóvenes de cinco cultivares de pecán cultivados en la región norte-centro de la provincia de Buenos Aires, permitió arribar a las siguientes conclusiones:

1) La forma de la nuez en cada cultivar presentó una variabilidad que disminuyó anualmente hasta estabilizarse al tercer año.

2) El tamaño de la nuez también presentó variabilidad en los años analizados si bien, todos los cultivares produjeron tamaños más que aceptables (entre grande y gigante, según SENASA y USDA) desde el primer año productivo, manteniéndose e incluso incrementándose al tercer año.

3) El porcentaje de pepita mostró ser más estable que el tamaño de la nuez para el mismo periodo de tiempo evaluado. Según los estándares de SENASA, ninguno de los cultivares se posicionó en el rango más bajo asignado para este rasgo.

4) Excepto ‘Cape Fear’ y ‘Stuart’, que coincidieron en las tres características los cultivares se agruparon de manera distinta dependiendo de la característica evaluada.

La heterogeneidad observada principalmente en la forma y tamaño de la nuez, es típica de árboles jóvenes en transición hacia la etapa adulta, por ello la caracterización, y a partir de ella, la comparación y agrupamiento de los cultivares le brindará al productor información útil para homogeneizar la producción y eficientizar los recursos en los primeros años productivos.

El pecán es un cultivo en franco crecimiento en Argentina, atraídos por una demanda mundial en aumento y la posibilidad de exportar nueces de calidad, productores e inversionistas reavivaron el interés por este cultivo. Sin embargo, la información técnica y científica que actualmente existe en nuestro país es escasa y resulta insuficiente bajo este nuevo escenario. Generar nuevo conocimiento y ampliar el existente es uno de los principales desafíos para el sector, y una condición necesaria para posicionar al pecán como un cultivo factible y rentable.

BIBLIOGRAFÍA

Amling, H. J.; K. A. Marcus; J. E. Barret y N. R. Mcdaniel. 1975. Nut quality of selected pecan varieties grown in South Alabama. Autburn University. Disponible en: https://aurora.auburn.edu/bitstream/handle/11200/2553/1820CIRC.pdf?sequence=1. Consultado: 27 de marzo de 2019.

Amling, H. J. y K. A. Amling. 1980. Onset, intensity, and dissipation of rest in several pecan cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105:536-540.

Andersen, P. C. 1988. Vegetative and reproductive effects of cultar applied to 'Cape Fear' and 'Desirable' pecan trees. Proc. Fla. State Hort. Soc. 101:254-256.

Andersen, P. C. 1996. Evaluation of pecan cultivars in North Florida from 1989 to 1996. Proc. Fla. State Hort. Soc. 109:224-230.

Andersen, P. C. y T. E. Crocker. 2004. The pecan tree. University of Florida. IFAS Extension. HS984. Disponible en: https://edis.ifas.ufl.edu/hs229. Consultado: 10 de abril de 2019.

Bolling, B. W.; C. Y. O. Chen; D. L. McKay y J. B. Blumberg. 2011. Tree nut phytochemicals: composition, antioxidant capacity, bioactivity, impact factors. A systematic review of almonds, Brazils, cashews, hazelnuts, macadamias, pecans, pine nuts, pistachios and walnuts. Nutrition research reviews, 24(2), 244-275.

Borda, M.; M. Pescie; M. Lovisolo y A. Mollá. 2018. Desarrollo del fruto en dos cultivares de nuez pecán 'Stuart' y 'Desirable' cultivados en la provincia de Buenos Aires. En Libro de resúmenes del 40° Congreso Argentino de Horticultura. Asociación Argentina de Horticultura. Córdoba, 2 al 5 de octubre. pág 334. Disponible en: http://40congresoasaho.com.ar/material/librodeactas/40-congreso-asaho-libro-de-actas-de-resumenes.pdf

Byford, R. 2005. Pecan varieties for New Mexico. New Mexico State University. H-639. Disponible en: https: //aces.nmsu.edu/pubs/_h/H639.pdf. Consultado: 14 de marzo de 2019.

CAPPECAN (Cámara Argentina de Productores de Pecán). 2019. Disponible en: www.cappecan.com.ar. Consultado: 25 de junio de 2019.

Cluster de la nuez pecán. 2015. Plan de mejora competitiva. PROSPAP. UCAR. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 37 pp.

CLIMATE-DATA.ORG. 2019. Disponible en: https://es.climate-data.org/ Consultado: 21 de marzo de 2019.

Código Alimentario Argentino. 2018. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/webanmat/codigoa/Capitulo_XI.pdf. Consultado: 27 de noviembre de 2018.

Conner, P. J. y R. E. Worley. 2002. Performance of 15 pecan cultivars and selections over 20 years in southern Georgia. HorTechnology 12(2) 274-281.

Conti, H.; R. Moschini y G. Cazenave. 2008. Zonificación agroclimática del pecán en región pampeana y noreste argentino. XII Reunión Argentina de Agrometeorología. San Salvador, Jujuy. Argentina. Disponible en: https://inta.gob.ar/documentos/zonificacion-agroclimatica-del-pecan-en-region-pampeana-y-noreste-argentino. Consultado: 3 de marzo de 2019.

De Magistris, A. A.; C. J. López; M. A. Della Villa y D. A. Pérez. 2017. Capítulo 21: Frutos. En: Botánica Morfológica. (Ed Ing. Agr. Dr. Ángel Chiesa). Cátedra de Botánica Morfológica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Editorial UNLZ. ISBN 978-987-46535-3-6. 328 pp.

Di Rienzo, J. A.; F. Casanoves; M. G. Balzarini; L. González; M. Tablada y C. W. Robledo. 2015. InfoStat versión 13.1. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar

Florkowski, W. J.; J. C. Purcell y E. E. Hubbard. 1992. Importance for the U.S. pecan industry of communicating about quality. HortScience 27(5):462-464.

Freemeteo, 2018. Disponible en: https://freemeteo.com.ar. Consultado: 10 de diciembre de 2018.

Grauke, L. J. 2003. Chapter 6. Hickories. En: Fulbright, Dennis (ed.) Nut Tree Culture in North America. Vol. 1. Northern Nut Growers Assoc., Inc. 117-166 pp.

Grauke, L. J. 2016. Measurement of nut dimensions. Disponible en: https://cgru.usda.gov/carya/Manual/nutmeas.html. Consultado: 7 de junio de 2016.

Grauke, L. J. 2019. Pecan flowering. https://cgru.usda.gov/carya/Manual/flowering.html. Consultado: 15 de marzo de 2019.

Grauke, L. J. y T. E. Thompson. 2018. Pecan cultivars. Disponible en: https://cgru.usda.gov/carya/pecans/cvintro.html. Consultado: 13 de septiembre de 2018.

Gómez, L. y G. Cruzate. 2007. Capítulo V. Aptitud de los suelos argentinos para el pecán (*Carya illinoinensis*). En: Producción de pecán en Argentina. 9 pp. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/aptitud_de_los_suelos_para_el_pecan.pdf. Consultado: 5 de marzo de 2019.

Haulik, T. K. y L. C. Holtzhausen. 1988. Evaluation of five pecan (*Carya illinoensis*) cultivars for nut quality. South African Journal of Plant and Soil, 5(1), 1-4.

Herrera, E. 1999. Flowering habits of pecan trees**.** Cooperative Extension Service. College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University. Guide H-622.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2019. Catálogo de variedades vegetales INTA. Disponible en: https://inta.gob.ar/variedades. Consultado: 22 de marzo de 2019.

International Nuts and Dried Fruits Council. 2019. Stadistical Yearbook 2018. Disponible en: https://www.nutfruit.org/industry/technical-resources. Consultado: 5 de marzo de 2019.

Köpen, W. 1931. Grundriss der Klimakunde, Walter De Gruyter & Co. Berlin und Leipzig. Aufl. XII. 388 pp.

Marcó, M. 2015. Requerimientos hídricos en el cultivo de Pecán. Cuarto curso para profesionales de nogal pecán. EEA INTA Concepción del Uruguay. 17 al 19 de septiembre.

McKay, D.; M. Eliasziw; C. Chen; y J. Blumberg. 2018. A pecan-rich diet improves cardiometabolic risk factors in overweight and obese adults: a randomized controlled trial. *Nutrients*, 10(3), 339. 1-17

Organización Internacional de Normalización (ISO). Disponible en: http://iso9001calidad.com/que-es-calidad-13.html. Consultado: 29 de noviembre de 2019.

Parodi, L. 1980. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo I: Descripción de las plantas cultivadas. Vol. II. Editorial ACME S.A.C.I. Buenos Aires. 1161 pp.

Pescie, M. A.; M. Borda; C. Reyes Saavedra; E. Otero y C. López. 2018. Comportamiento floral del pecan [*Carya illinoensis* (Wangh.) Koch] en la zona templado cálida de Argentina. En Libro de resúmenes del 40° Congreso Argentino de Horticultura. Asociación Argentina de Horticultura. Córdoba, 2 al 5 de octubre. pág 335. Disponible en: http://40congresoasaho.com.ar/material/librodeactas/40-congreso-asaho-libro-de-actas-de-resumenes.pdf. Consultado: 18 de marzo de 2019.

Peterson, J. K. 1990. *Carya illinoiensis* (Wangenh) K. Korch. Pecan. En: Burns, Russell M; Honkala, Barbara H.; Technical coordinators. Silvics of North America. Vol 2, 11 pp. Disponible en: https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/ag_654/table_of_contents.html. Consultado: 12 de noviembre de 2018.

Relevamiento Nacional de Frutos Secos. 2019. Disponible en: http://www.uncuyo.edu.ar/desarrollo/presentamos-el-informe-final-del-relevamiento-nacional-de-frutos-secos. Consultado: 18 de junio de 2019.

Secretaría de Agroindustria. 2019. Cadena de nuez pecán – Resumen. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20y%20Bebidas/informes/Resumen_Cadena_NUEZ_PECAN_mayo_2019.pdf Consultado: 21 de junio de 2019.

SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). 2019. Resolución SENASA 446-2014. Disponible en: www.senasa.gob.ar › normativas › resolucion-4462014. Consultado: 15 de mayo de 2019.

Sierra, E., E. López y S. Pérez. 2007. Capítulo IV. Agroclimatología del pecán (*Carya illinoinensis*) en la Argentina. En: Producción de pecán en Argentina. 10 pp. Disponible en: https://docplayer.es/14580772-Agroclimatologia-del-pecan-carya-illinoinensis-en-la-argentina.html. Consultado: 3 de marzo de 2019.

Smith, M. W. y J. C. Gallott. 1990. Mechanical thinning of pecan fruit. HortScience, 25(4), 414-416.

Sparks, D. 1991. Geographical origin of pecan cultivars influences time required for fruit development and nut size. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(4): 627-631.

Sparks, D. 2005. Adaptability of pecan as a species. HortScience. 40(5):1175-1189.

Thompson, T. E. 2005. Pecan fruit shuck thickness is related to nut quality. HortScience 40(6):1664-1666.

Thompson, T. E. y P. J. Conner. 2012. Chapter 20. Pecan. En: Fruit Breeding, Handbook of Plant Breeding. (Eds) M.L. Badenes y D.H. Byrne Editorial Spinger. e-ISBN 978-1-4419-0763-9. 847 pp.

Thompson, T. E. y L. J. Grauke. 2003. Pecan nut and kernel traits are related to shelling efficiency. HortScience 38(4):586–590.

Trabichet, F. 2017. Capítulo 4. Nutrición y fertilización del huerto de nogal pecán. En: Manual de manejo del huerto del nogal pecán. (Eds) E. Madero. 1° edición. Ediciones INTA. EEA Delta del Paraná. 94 pp. ISBN 978-987-521-778-2 (digital).

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2015. Nogal pecanero. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. TG/PECAN (proj.12). 28 pp.

UGA (University of Georgia). 2019. Pecan breeding – Cultivars. Disponible en: https://pecanbreeding.uga.edu/cultivars/alphabetical-list.html. Consultado: 10 de abril de 2019.

USDA (United States Department of Agriculture). 2019a. USDA National Nutrient Database for Standard Reference Release 27 Basic Report 12142, Nuts, pecans

USDA (United States Department of Agriculture). 2019b. United States standards for grades of pecans in the shell. Disponible en: https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/PecansintheShellStandards.pdf. Consultado: 15 de mayo de 2019.

Wells, L. y P. Conner. 2015. Pecan varieties for Georgia orchards. University of Georgia. Disponible en: https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/C%20898_4.PDF. Consultado: 13 de marzo de 2019.

Westwood, M. N. 1993. Temperate-zone pomology: Physiology and Culture. 3° edición. Timber Press, Inc. Portland, Oregon. 523 pp