

TESIS DOCTORAL

**La calidad de sitio como condicionante del crecimiento y la calidad de frutos de plantaciones de *Neltuma alba* (ex *Prosopis alba* Griseb) en la provincia de Santiago del Estero, Argentina**

*Site quality as a determinant of growth and fruit quality of *Neltuma alba* (ex *Prosopis alba* Griseb) plantations in the province of Santiago del Estero, Argentina.*

Universidad Nacional de Santiago del Estero

Facultad de Ciencias Forestales

Director: Dr. Miguel Brassiolo<sup>1</sup> Codirectora: Dra. Cecilia Bruno<sup>2</sup>

**María Gracia Senilliani<sup>3</sup>**

**RESUMEN AMPLIADO**

La Silvicultura ha evolucionado hacia esquemas más precisos a nivel de rodal para lo cual las variables del sitio cumplen un rol fundamental. Este nuevo enfoque silvícola requiere de una base amplia de conocimientos que permitan entender la dinámica y productividad de la especie. Para ello, es necesario introducir el concepto de calidad del sitio, referido a la productividad potencial de un sitio para una especie particular. La productividad es un concepto biológico que no tiene representación numérica, por lo que se opta por emplear como indicativo de la calidad de sitio al Índice de Sitio, valor expresado por la altura dominante de un rodal a una edad determinada, llamada edad base. El objetivo del trabajo fue determinar la influencia del sitio en el crecimiento y la calidad de frutos de plantaciones de *Neltuma alba* en la provincia de Santiago del Estero, Argentina, como un aporte de nuevos conocimientos que sustenten la toma de decisiones silviculturales.

El área de estudio se sitúa en el Complejo Valle del río Dulce perteneciente a la Subregión del Chaco semiárido en la Ecorregión del Chaco seco de la República Argentina. La zona específica de trabajo está comprendida dentro del área de riego del río Dulce en la provincia de Santiago del Estero. En esta área se ubican mayormente los rodales de algarrobo blanco en la provincia que se corresponde con la Llanura aluvial del río Dulce, Paleo Llanura de Inundación.

La base de datos proviene de la medición de parcelas temporales, de intervalo, permanentes y datos de crecimiento del análisis de fustes de 13 árboles dominantes extraídos de plantaciones adultas de *Neltuma alba*, lo que permitió registrar 100 pares de datos altura-edad. Para evaluar el desarrollo de los rodales, las variables a medir fueron el diámetro a la altura de pecho, altura total del árbol, altura de fuste, altura dominante y edad de las plantaciones. En el análisis de fuste se registró el espesor de los anillos de crecimiento. Se ensayaron distintos modelos de crecimientos para caracterizar la evolución de la altura dominante. En cada parcela se realizó un relevamiento general del sitio y se caracterizó el perfil del suelo en calicatas. Para ello se evaluaron variables edáficas y fisiográficas. Entre las variables edáficas, se realizaron análisis de pH, conductividad eléctrica, cationes solubles (Sodio, Calcio, Magnesio), relación adsorción sodio, densidad aparente, porosidad de la capa arable, textura, humedad del suelo y presencia de carbonatos. Entre los factores fisiográficos relevados estuvieron la pendiente, el drenaje, la permeabilidad y el relieve o posición fisiográfica. El factor relieve relacionado a la posición geomorfológica, se categorizó en plano bajo (áreas deprimidas y generalmente salinizadas), plano alto (áreas de terrazas o albardones) y plano medio (transición entre estas dos categorías). En las mismas parcelas donde se realizaron las mediciones dasométricas se hizo la cosecha de frutos para la evaluación de la calidad de frutos, para ello se cosechó de 2 kg a 3 kg de vainas en condiciones de madurez plena, en el mes de enero (estación estival), provenientes del ciclo 2015 - 2016. Las muestras de vainas fueron secadas a temperatura ambiente,

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. (4200) Santiago del Estero, Argentina.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

<sup>3</sup> Tesista. Ing. Ftal. Tesis presentada como requisito para obtener el grado de Doctor en Ciencias Forestales. Año 2021. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano 1912 (s). 4200 Santiago del Estero. Argentina

etiquetadas y conservadas en frío para su posterior procesamiento. Para la evaluación de la calidad nutritiva se analizó el contenido de humedad, cenizas, lípidos, proteínas, fibras totales e hidratos de carbono, expresados en porcentajes.

Los resultados preliminares indicaron que la evolución de la altura dominante de esta especie en función de la edad se puede definir en tres etapas de crecimiento, una etapa inicial o juvenil del rodal, que se estableció hasta los 8 años, donde hay una marcada aceleración del incremento de la altura dominante, luego una etapa de edades intermedias, entre los 8 a los 15 años donde el incremento disminuye y una etapa final, mayor a 15 años, en la cual el rodal alcanza la altura final.

Para la modelación de las curvas de crecimiento en altura dominante y determinación del Índice de sitio (IS), el patrón de evolución en altura se ajustó con el modelo Gompertz siendo los modelos no lineales mixtos los que han tenido mejores ajustes. La dispersión de los datos de altura - edad reflejó un patrón anamórfico, en función de ello se optó por la construcción de curvas anamórficas a partir del método de la curva guía. En este estudio, según las características de la especie y el comportamiento de los datos, se definió la edad base en 15 años, considerando que a esa edad el potencial del sitio ya se ha expresado y que la misma responde aproximadamente a la mitad del turno. A partir de la curva guía se establecieron 3 clases de calidad de sitio que estiman la capacidad productiva de la especie con la definición de los siguientes rangos de altura dominante: Clase I, correspondiente a una calidad de sitio superior con un rango de  $11,2 \geq IS \geq 9,2$  siendo el Índice de sitio que caracteriza esta clase 10,2, Clase II, correspondiente a una calidad de sitio intermedia con  $9,2 > IS \geq 7,2$  siendo el IS que caracteriza esta clase 8,2, Clase III, que se corresponde con una calidad de sitio pobre con  $7,2 > IS \geq 5,2$  siendo el IS que caracteriza esta clase 6,2.

La calidad de sitio en relación a factores edáficos, demuestra que el crecimiento se ve condicionado negativamente por encima de un umbral salino alterando la productividad. La calidad de sitio I que responde a la clase de mayor crecimiento en altura se corresponde con plantaciones que crecen en suelos con pH básicos a ligeramente alcalinos, baja conductividad eléctrica ( $< 6,3 \text{ ds/m}$ ) y reducida concentración de sodio en horizontes superficiales ( $< 21 \text{ meq/l}$ ).

Resultados preliminares en la calidad nutritiva de las vainas de *Neltuma alba* en relación a la calidad de sitio indican una variación influenciada por las calidades de sitio más extremas (CI y CIII), básicamente en contenido de azúcares y porcentaje de lípidos.

El crecimiento y la producción son influenciados por la calidad de sitio. Esto indica que los rendimientos en volumen de fuste en árboles individuales varían con la densidad y clase de sitio. Como consecuencia de esto se propone que el manejo silvicultural para *Neltuma alba* se adecue a las calidades de sitio determinadas debiendo restringirse su uso preferentemente a los rangos de altura y edad abarcados en este trabajo.

**Palabras claves:** Índice de Sitio, algarrobo, Silvicultura.

## ABSTRACT

Forestry has evolved towards more precise schemes at the stand level for which site variables play a fundamental role. This new forestry approach requires a broad base of knowledge that allows understanding the dynamics and productivity of the species. To do this, it is necessary to introduce the concept of site quality, referring to the potential productivity of a site for a particular species. Productivity is a biological concept that has no numerical representation, which is why the Site Index is chosen to be used as an indicator of site quality, a value expressed by the dominant height of a stand at a given age, called base age. The objective of the work was to determine the influence of the site on the growth and quality of fruits of *Neltuma alba* in the province of Santiago del Estero, Argentina, as a contribution of new knowledge that supports silvicultural decision-making.

The study area is located in the Rio Dulce Valley Complex belonging to the semi-arid Chaco Subregion in the Dry Chaco Ecoregion of the Argentine Republic. The specific work area is included within the irrigation area of the Dulce River in the province of Santiago del Estero. In this area, the stands of white carob trees are located in the province that corresponds to the alluvial plain of the Dulce River, Paleo Flood Plain.

The database comes from the measurement of temporary, interval, and permanent plots and growth data from the stem analysis of 13 dominant trees extracted from adult plantations of *Neltuma alba*, which allowed the recording of 100 pairs of height-age data. To evaluate the development of the stands, the variables to be measured were the diameter at breast height, total tree height, stem height, dominant height and age of the plantations. In the stem analysis, the thickness of the growth rings was recorded. Different growth models were tested to characterize the evolution of the dominant height. In each plot, a general survey of the site was carried out and the soil profile in pits was characterized. For this, edaphic and physiographic variables were evaluated. Among the edaphic variables, analyzes of pH, electrical conductivity, soluble cations (Sodium, Calcium, Magnesium), sodium adsorption ratio, density, porosity of the topsoil, texture, soil moisture and presence of carbonates were performed. Among the physiographic factors surveyed were slope, drainage, permeability and relief or physiographic position. The relief factor related to the geomorphological position was categorized into low plane (depressed and generally salinized areas), high plane (areas of terraces or embankments) and medium plane (transition between these two categories). In the same plots where the dasometric measurements were made, the harvest of fruits was made for the evaluation of the quality of the fruits, for which 2 to 3 kg of pods were harvested in conditions of full maturity, in the month of January (summer season), from the 2015-2016 cycle. The pod samples were dried at room temperature labeled and kept cold for later processing. For the evaluation of the nutritional quality, the content of humidity, ashes, lipids, proteins, total fibers and carbohydrates, expressed in percentages, were analyzed.

Preliminary results indicate that the evolution of the dominant height of this species as a function of age can be defined in three growth stages, an initial or juvenile stage of the stand, which was established up to 8 years, where there is a marked acceleration of dominant height increase, then a stage of intermediate ages, between 8 to 15 years where the increase decreases and a final stage, greater than 15 years, in which the stand reaches the final height.

For the modeling of the dominant height growth curves and the determination of the Site Index (SI), the height evolution pattern was adjusted with the Gompertz model, with the mixed nonlinear models having the best fit. The dispersion of the height-age data reflected an anamorphic pattern, based on this, the construction of anamorphic curves from the guide curve method was chosen. In this study, according to the characteristics of the species and the behavior of the data, the base age was defined as 15 years, considering that at that age the potential of the site has already been expressed and that it responds approximately halfway through the shift. . From the guide curve, 3 site quality classes were established that estimate the productive capacity of the species with the definition of the following ranges of dominant height: Class I, corresponding to a higher site quality with a range of  $11.2 \geq IS \geq 9.2$  being the Site Index that characterizes this class 10.2, Class II, corresponding to an intermediate site quality with  $9.2 > IS \geq 7.2$  being the IS that characterizes this class 8.2, Class III, which corresponds to poor site quality with  $7.2 > IS \geq 5.2$ , the IS that characterizes this class being 6.2.

The quality of the site in relation to edaphics factors shows that growth is negatively conditioned above a saline threshold, altering productivity. Site quality I, which corresponds to the class with the highest growth in height, corresponds to plantations that grow in soils with basic to slightly alkaline pH, low electrical conductivity ( $<6.3 \text{ ds/m}$ ) and low sodium concentration in superficial horizons ( $< 21 \text{ meq/l}$ ).

Preliminary results on the nutritional quality of *Neltuma alba* in relation to site quality indicate a variation influenced by the most extreme site qualities (CI and CIII), basically in sugar content and lipid percentage.

Growth and production are influenced by site quality. This indicates that yields in volume of stem in individual trees vary with the density and class of site, as a consequence of this it is proposed that the silvicultural management for *Neltuma alba* be adapted to the determined site qualities and its use should preferably be restricted to the ranges of height and age included in this work.

**Key words:** Site Index, algarrobo tree, Forestry.