

Calidad de plantas en un vivero de tecnología intermedia en Huánuco: Estudio de caso con “Eucalipto urograndis”

Plants quality in an intermediate technology nursery in Huánuco: Case study with “Eucalipto urograndis”

Andrea E. Ramos-Huapaya^{1,*} y Ignacio R. Lombardi-Indacochea²

Recibido: 03 setiembre 2020 | **Aceptado:** 16 diciembre 2020 | **Publicado en línea:** 28 diciembre 2020

Citación: Ramos-Huapaya, AE; Lombardi-Indacochea, IR. 2020. Calidad de plantas en un vivero de tecnología intermedia en Huánuco: Estudio de caso con “Eucalipto urograndis”. Revista Forestal del Perú 35(2): 132-145. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v35i2.1581>

Resumen

El objetivo de esta investigación fue analizar la calidad de plantas de “eucalipto urograndis” (*Eucalyptus x urograndis*) producidas en un vivero de tecnología intermedia en Puerto Inca (Huánuco, Perú). Se evaluó características morfológicas y fisiológicas de 55 plantas de 150 días de edad y listas para su salida a campo definitivo (intensidad de muestreo: 0.77%). Los resultados fueron: daño de meristemo principal (41.8%), problemas fitosanitarios mediante manchas foliares (40%), daños mecánicos (27.3%) y bifurcación (9.1%) y alta incidencia de malas hierbas (90.9%). De acuerdo con estos resultados el lote de plantas se calificó como de Mala Calidad (89.1%). En correspondencia a Índices de Calidad y tomando como referencia a Conafor (2005), las plantas fueron calificadas como Baja Calidad para los Índices de Dickson (ID) y Esbeltez (IE). Sin embargo, la Relación Parte Aérea/Parte Radicular (RAR) caracterizó a las plantas como Media a Alta Calidad. El lote de plantas presentó elevada heterogeneidad de características morfológicas que pueden repercutir en su sobrevivencia y desarrollo en su lugar de plantación, además no reportaron características morfológicas y fisiológicas óptimas para un adecuado establecimiento en campo. La biomasa radicular ejerce una fuerte influencia en la sobrevivencia, establecimiento y desempeño de las plantas en campo definitivo. El análisis de calidad de plantas debe ser reportado antes de su salida a campo definitivo y es recomendado como un indicador para mejorar la producción de plantas en vivero en las siguientes campañas.

Palabras clave: Huánuco, características morfológicas y fisiológicas, calidad de la planta, *Eucalyptus x urograndis*

¹ Investigador Independiente.

² Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Av. La Molina s/n, La Molina, Lima, Perú.

* Autor de Correspondencia: andrea.e.ramos.h@gmail.com

Abstract

The objective of this research was to analyze the quality of “eucaliptos urograndis” (*Eucalyptus x urograndis*) plants produced in an intermediate technology nursery in Puerto Inca (Huánuco, Peru). Morphological and physiological characteristics of 55 plants 150 days old and ready for their final field release were evaluated (sampling intensity: 0.77%). The results were: main meristem damage (41.8%), phytosanitary problems through leaf spots (40%), mechanical damage (27.3%) and bifurcation (9.1%) and high incidence of weeds (90.9%). According to these results, the batch of plants was classified as Poor Quality (89.1%). In correspondence to Quality Indices and taking Conafor (2005) as a reference, the plants were classified as Low Quality for the Dickson (DQI) and Slenderness (SI) Indices. However, the Air Part / Root Part Ratio (RAR) characterized the plants as Medium to High Quality. The batch of plants presented high heterogeneity of morphological characteristics that may affect their survival and development in their place of planting, in addition they did not report optimal morphological and physiological characteristics for an adequate establishment in the field. Root biomass exerts a strong influence on the survival, establishment and performance of plants in the final field. The plant quality analysis must be reported before their final field trip and is recommended as an indicator to improve the production of plants in the forestry nursery in the following campaigns.

Key words: Huánuco, plant, morphological and physiological characteristics, plant quality, *Eucalyptus x urograndis*

Introducción

En los últimos años, en el Perú se están reportando iniciativas de reforestación y forestación a través de la instalación de plantaciones forestales con fines comerciales, de protección y de restauración, con una mayor superficie en la Región Cusco: 133 323.11 ha (Serfor 2019). Sin embargo, existen factores, independientes entre sí, pero estrechamente relacionados, que deben considerarse para que estas iniciativas tengan el éxito deseado, estos son: alta tasa de sobrevivencia después del primer año, crecimiento rápido y uniforme de las plantas que acorte sus turnos de cosecha. Según Haase (2007), uno de los factores para el éxito de estas iniciativas, es la calidad de la planta utilizada; determinada por características morfológicas (forma y estructura) y fisiológicas (funciones y procesos vitales). La calidad de las plantas producidas en el vivero es fundamental para un programa de plantaciones forestales, lo que aumenta la probabilidad de sobrevivencia y desarrollo cuando se les lleva a su lugar definitivo (Mas 2003). En ese sentido, es necesario definir las características morfológicas y fisiológicas que permitan determinar la calidad de plantas, lo que está ligado a

su sobrevivencia y desarrollo en el lugar definitivo (Díaz *et al.* 2004, Buamscha *et al.* 2012).

La capacidad de las plantas de sobrevivir y crecer adecuadamente, después de ser plantadas es atribuida principalmente a las características genéticas de la semilla, así como a las técnicas empleadas por los viveristas durante el ciclo de producción (Morales 2013). Por lo tanto, las adecuadas prácticas de manejo en vivero permitirán generar plantas de alta calidad. Respecto a la calidad de plantas en campo definitivo, está es determinada por las condiciones que se dan en el vivero, transporte a campo y posterior plantación (Villar 2003, Muñoz *et al.* 2015).

Respecto a la calidad de las plantas, Rojas (2002) y Sánchez y Murillo (2004) señalan que esta no solo debe evaluar el potencial de supervivencia y desempeño futuro del material en campo definitivo, sino intentar conocer las causas de su buena y mala calidad, para poder desarrollar un programa de control y mejoramiento en el vivero. Las causas y orígenes de la calidad se deben a dos aspectos: calidad de la semilla (característica genética) y calidad del manejo del material en el vivero que repercute en las características morfológicas, fisiológicas

y sanitarias de las plantas. Por lo tanto, el diagnóstico de la calidad de una planta forestal para ser considerada como de alta calidad, puede determinarse mediante la interacción de características morfológicas y fisiológicas (atributos medibles y calificables) mediante índices de calidad como, por ejemplo: Índice de Dickson, Índice de Esbeltez, Relación Parte Área/Parte Radicular y Porcentaje de Lignificación (Cuadro 1). No obstante, es difícil establecer los estándares que deben cumplirse, debido a que las características de cada lote de producción varían en función de la especie, el objetivo, así como de las condiciones del lugar de plantación.

En el territorio peruano el híbrido forestal: "eucalypto urograndis" (*Eucalyptus* × *urograndis*), ha encontrado óptimas condiciones edafoclimáticas para su desarrollo desde los 250 a 3 000 msnm, donde encontramos plantaciones obtenidas de semillas clonales y botánicas. En el Perú, existe en plantaciones forestales

con fines comerciales en las localidades de Oxapampa (Región Pasco) y Chanchamayo (Región Junín), de 10 años (promedio) con alturas superiores a los 25 m y diámetros mayores a 40 cm; de algunos de estos rodales se extraen semillas y son considerados localmente como "fuentes identificadas" de semillas forestales (Quispe 2016a, 2016b).

En la cadena productiva de madera de plantaciones forestales, los viveros se encuentran dentro del eslabón de producción, siendo considerados un elemento clave y quizás el más importante, puesto que en ellos: nacen, germinan y crecen las plantas que se transformarán posteriormente en árboles productivos (Quispe 2017a).

En el mundo forestal, los viveros están en continua evolución, siendo considerados laboratorios donde el cultivo de las plantas tiene una logística y una tecnología definida, donde permanentemente se deben optimizar los procesos, a manera de producir plantas de alta

Índice	Descripción	Fórmula	Fuente
Calidad de Dickson (ICD)	Combina parámetros morfológicos de longitud y peso. Valores altos representan plantas de mejor calidad ya que por una parte el desarrollo de la planta es elevado y al mismo tiempo las fracciones aéreas y radical están equilibradas.	$ICD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{altura (cm)}}{\text{diámetro (mm)}} + \frac{\text{peso seco tallo (g)}}{\text{peso seco raíz (g)}}}$	Rueda <i>et al.</i> (2012) y Villalón-Mendoza <i>et al.</i> (2016).
Esbeltez (IE)	Relacionado con la resistencia a factores ambientales (viento, sequía o frío). Valores altos implican plantas con menor resistencia a condiciones de campo.	$IE = \frac{\text{altura de la parte aérea (cm)}}{\text{diámetro de cuello (cm)}}$	Piña y Arboleda (2010).
Relación PA/PR (RAR)	Predictor del potencial de supervivencia en sitios áridos. Plantas con valores bajos sobrevivirán mejor puesto que tienen una reducida superficie transpirante respecto a la absorbente.	$RAR = \frac{\text{peso seco aéreo (g)}}{\text{peso seco radical (g)}}$	Orozco <i>et al.</i> (2010) y Villalón-Mendoza <i>et al.</i> (2016).
Lignificación (IL)	Evalúa parámetros de peso. Las plantas con valores altos de lignificación son más resistentes a daños físicos, y al manejo hasta su establecimiento en campo definitivo.	$IL = \left(\frac{\text{peso seco total (g)}}{\text{peso fresco total (g)}} \right) \times 100$	Prieto <i>et al.</i> (2004) citado por Orozco <i>et al.</i> (2010).

Cuadro 1. Índices de Calidad.

calidad a menores costos (Rivas 2014, citado por Quispe 2017b). Por su parte, Quispe (2017a) señala que en Perú existen tres grupos de vivero: (1) Tecnificado: es el que emplea un material genético de calidad, tubetes y bandejas (como contenedores de producción), sustratos prefabricados, sistema de fertirriego, control fitosanitario y cuenta con infraestructura adecuada para el proceso productivo, (2) Tecnología intermedia: está en proceso de tecnificación: utiliza algunos equipos o materiales de los viveros tecnificados, pero principalmente está adoptando en forma paulatina la tecnología moderna; y (3) Tradicional o artesanal: solo usa bolsas como contenedores, algunos emplean fertilización y sustratos con mezclas de insumos locales.

El objetivo de esta investigación fue analizar la calidad de plantas producidas en un vivero de tecnología intermedia utilizando los índices de calidad, basada en el “eucalipto urograndis”, además proponer las bases metodológicas para la evaluación de la calidad de plantas en viveros forestales.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

La investigación se desarrolló en un vivero forestal privado, ubicado en el Centro Poblado de Puerto Súngaro, distrito y provincia de

Puerto Inca, Región Huánuco - Perú. Ecológicamente se encuentra en la zona de vida de bosque muy húmedo premontano (bmh - PM), a 200 msnm de altitud, con una temperatura media de 23 °C, y una precipitación anual de 2 500 mm con 3 meses de época húmeda (lluviosa) y humedad relativa de 80%.

Descripción del Vivero Forestal y producción de plantas

El vivero de tecnología intermedia cuenta con una producción anual promedio de 30 000 plantas forestales y frutales en camas de producción “tipo túnel” (Figura 1), que cumplen la función de ser camas de sombra, desarrollo, crecimiento y aclimatación (Figura 2). En la producción de plantas de “eucalipto urograndis” se utiliza un sustrato tradicional elaborado con insumos locales (40% de tierra de chacra, 30% de cascarilla de arroz semicarbonizada, 20% de aserrín de maderas blandas y 10% de arena lavada de río), tubetes de 53 cm³ de capacidad, bandejas portatubetes de 187 cavidades, riego tecnificado, control y manejo fitosanitario.

La semilla utilizada procede de plantaciones comerciales ubicadas en Oxapampa (Región Pasco - Perú), menores de 10 años. El proceso productivo incluye: aplicación de abono foliar, fungicidas e insecticidas, control preventivo de plagas y enfermedades, hasta los 90 días de



Figura 1. Cama de Producción “Tipo Túnel”.



Figura 2. Cama de Producción "Tipo Túnel": plantas en fase de aclimatación.

edad, tiempo en el cual las plantas están listas para su salida y plantación en campo definitivo.

Caracterización del lote de plantas y muestreo

Para el desarrollo de esta investigación, el lote de plantas de "eucalipto urograndis" se caracterizó por: (a) Reportar 150 días de edad (5 meses listas para campo definitivo), (b) Provenir de semillas de procedencia conocida y (c) Contenidas en tubetes de 53 cm³ de capacidad. De la producción total de "eucalipto urograndis" en el vivero (7 094 plantas), se seleccionaron aleatoriamente 55 plantas para la investigación (intensidad de muestreo: 0.77%) tomando como referencia la metodología de Rojas (2002), Sánchez y Murillo (2004), Sáenz *et al.* (2014) y Muñoz *et al.* (2015). Por lo tanto, se utilizó un diseño de investigación de tipo experimental (muestreo probabilístico): se aplicaron y calificaron (cuantitativa y cualitativamente) variables morfológicas y fisiológicas para analizar la calidad de plantas de "eucalipto urograndis".

Variables Morfológicas y Fisiológicas

Se evaluaron 11 variables (características morfológicas y fisiológicas), siendo algunas

de ellas de carácter destructivo (peso húmedo de la parte aérea, peso húmedo de la parte radicular, peso seco de la parte aérea y peso seco de la parte radicular), para ello se trabajó con una submuestra conformada por 5 plantas, conforme a la metodología de Rojas (2002) y Sánchez y Murillo (2004).

Las características morfológicas: altura de la parte aérea y diámetro del tallo, se midieron con una regla métrica de metal y mediante un calibrador digital vernier, respectivamente. Por su parte la evaluación de las características morfológicas restantes (bifurcaciones, pérdida del meristemo principal y daño mecánico) y características fisiológicas (estado fitosanitario y la presencia de malas hierbas) fue mediante su presencia o ausencia de algún defecto o característica no deseable: la presencia de algún defecto fue calificada con 1, y la ausencia fue calificada como 0. Es decir, la planta de mayor calidad obtuvo el puntaje de 0 (Cuadro 2). Se consideró la bifurcación un defecto indeseable, por afectar la posibilidad futura de producir un árbol comercial de buenas características, según recomendaciones de Rojas (2002) y Trujillo (2004).

Defecto	Bifurcaciones	Pérdida de meristemo principal	Daño Mecánico	Malas hierbas	Estado fitosanitario	Calificación
Reporte	Ausente	Meristemo sano	Sin daño	Ausente	Sana	0
	Presente	Meristemo dañado	Con daño	Presente	Enferma	1

Fuente: Elaborado con base en Rojas 2002.

Cuadro 2. Calificación de características morfológicas y fisiológicas.

Característica/Calificación	Descripción
Dominantes (D)	Reciben luz en todas las direcciones
Co-dominantes (C)	Reciben luz por arriba pero no de todos lados
Intermedios (I)	Reciben luz solar por arriba
Suprimidos (S)	Recibe luz solar en forma difusa a través de las copas de sus compañeros

Fuente: Elaborado con base en Rojas 2002.

Cuadro 3. Posición sociológica.

Variables	Calidad y rango		
	Alta	Media	Baja
Índices de calidad			
Índice de Calidad de Dickson	≥ 0.50	0.20 – 0.49	< 0.20
Índice de Esbeltez	< 6	6.1 – 8.0	> 8.0
Relación PA/PR	1.5 – 2.0	2.10 – 2.50	> 2.50

Fuente: Tomado de Conafor 2005.

Cuadro 4. Valores para calificar la calidad de planta según Conafor (2005).

La calidad de planta se determinó en base a los criterios de Rojas (2002), Sáenz *et al.* (2014) y Muñoz *et al.* (2015), que toma como referencia las características (morfológicas y fisiológicas) evaluadas en tres niveles: alta o primera calidad, media o segunda calidad y baja o mala calidad. La alta calidad se asignó a partir de la ausencia absoluta de características no deseables; la calidad media incluyó plantas con máximo 2 defectos y la planta de baja calidad incluyó aquella que presentó más de 3 defectos y no se estimó como apta para plantarse por no ofrecer características que garanticen su sobrevivencia, establecimiento y desempeño en campo definitivo.

Se evaluó, además, la posición sociológica de las plantas siguiendo la metodología de Rojas (2002) con la finalidad de determinar la exis-

tencia de niveles de competencia dentro del lote de producción, así como para conocer su heterogeneidad en alturas (Cuadro 3).

Determinación de Índices de Calidad

Para determinar los índices de calidad fue necesario determinar las variables de carácter destructivo, para obtener los pesos secos las plantas o parte de ellas se secaron en hornos de secado a 123 °C por 48 horas. Lo cual permitió obtener los siguientes parámetros: pesos secos totales y parciales tanto de la parte aérea como del sistema radicular, y el resto de parámetros se consiguieron mediante el pesado de las partes de las plantas en fresco, y haciendo las mediciones respectivas de la parte aérea, del sistema radicular o del total de la planta, del diámetro a la altura del cuello y la altura de la planta, con los cuales se pudieron aplicar los

índices: Índice de Calidad de Dickson (ICD), Índice de Esbeltez (IE), Relación Peso Aéreo/ Peso Radicular (RAR) e Índice de Lignificación (IL) (Cuadro 1).

Por su parte Conafor (2005), en investigaciones realizadas en viveros forestales de tecnología tradicional y moderna en México, propone valores para estos índices para considerar plantas forestales de calidad, las cuales podrán cumplir el objetivo de sobrevivir, desarrollarse y crecer con éxito en campo definitivo, (Cuadro 4).

Resultados

Caracterización Morfológica y Fisiológica

Las plantas evaluadas reportaron la presencia de más de 1 defecto (Figura 3); siendo el más reiterativo: malas hierbas (90.9%), seguido de daño del meristemo principal (41.8%) lo cual sugiere que las plantas afectadas ven disminuido su crecimiento y desarrollo. Se reporta además la presencia de problemas fitosanitarios (40.0%) a través de manchas foliares y finalmente el defecto daño mecánico se reporta en el 27.3% de la muestra. Respecto a las características morfológicas: se reportó los valores promedio de 3.01 mm para el diámetro del cuello y 33.59 cm para la altura (Cuadro 5).

El conjunto de todas las variables se puede resumir en la asignación de la calidad de las plantas: en términos generales se obtuvo un 10.91 % de segunda calidad, y un 89.09 % de mala calidad, (Cuadro 6) descalificando al lote de plantas de "eucalypto urograndis" para programas de plantaciones forestales.

Respecto a la Posición Sociológica, en la Figura 4 se observa que el 50.9% de las plantas reportaron la posición de Suprimidos, el 20% reporta la posición de Intermedio; es decir más del 70% de la población no reciben luz de manera directa.

Índices de Calidad

El Índice de Calidad de Dickson (ICD) es considerado superior y completo, pues incluye atributos como la altura, el diámetro y la biomasa (seca y fresca) que siendo evaluados de forma aislada no contribuyen a predecir la calidad de las plantas. En esta investigación los valores promedios para el ICD e IE fueron: 0.05 y 12.04, respectivamente (Cuadro 7), calificando a la planta como baja calidad según los estándares de Conafor (2005).

Los valores obtenidos para ICD e IE se encuentran lejos de lo recomendado y por ello, se califica al lote de plantas de baja a mala calidad.

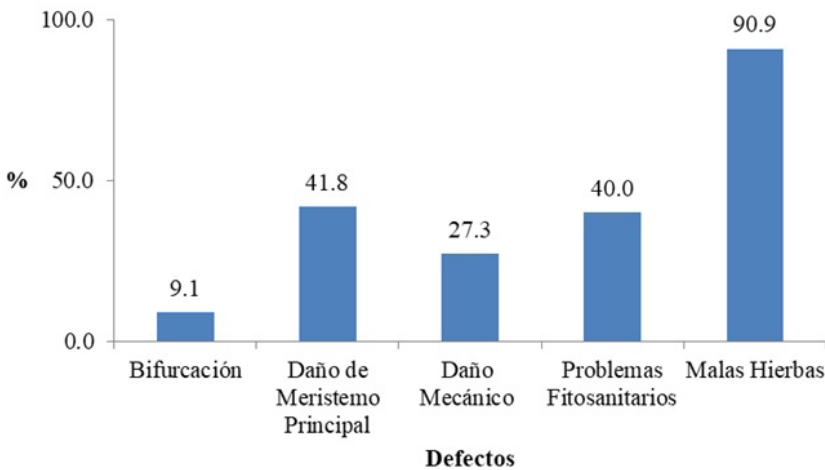


Figura 3. Resultados porcentuales de la evaluación de variables morfológicas y fisiológicas.

Variable	Promedio	Mínimo	Máximo	CV (%)	D.E.
Diámetro del cuello (mm)	3.01	2.00	3.80	14.86	0.45
Altura (cm)	33.59	10.00	50.00	32.16	10.8

Leyenda: C.V. = Coeficiente de Variación, D.E. = Desviación Estándar

Cuadro 5. Características morfológicas.

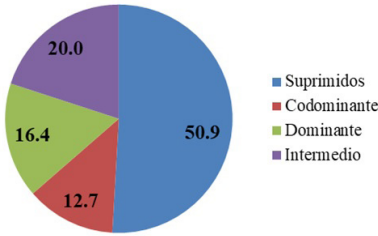


Figura 4. Resultados de la evaluación de posición sociológica.

Categoría	Nº Plantas	%
Alta o Primera calidad	0	0
Media o Segunda Calidad	6	10.91
Baja o Mala calidad	49	89.09
Total	55	100

Cuadro 6. Calidad de las plantas.

Para la relación parte aérea/ parte radicular (RAR) los resultados muestran el valor promedio de 1.13 (Cuadro 7), siendo calificado por Conafor (2005) como alta calidad. Respecto al índice de lignificación (IL) el valor promedio fue de 15.8% (Cuadro 7).

Discusión

Caracterización Morfológica y Fisiológica

El defecto más reiterativo: malas hierbas (90.9%), indica una atención deficiente por parte de los viveristas. Del mismo modo, la presencia de malas hierbas influye negativamente en el desarrollo y calidad de las plantas, compitiendo por agua y nutrientes y creando condiciones de humedad y alimento favorables para insectos y patógenos (SE 2016). Por lo tanto, durante la producción de plantas se requiere incluir acciones para prevenir o controlar la emergencia de malas hierbas o malezas.

La alta incidencia del daño del meristemo principal (41.8%) causa que las plantas disminuyan su desarrollo, produciendo un lote de plantas con altura heterogénea. Este defecto también está asociado a prácticas no adecuadas de manejo cultural, que inicialmente afectan la calidad morfológica de las plantas para luego

exponer el material a problemas fitosanitarios, disminuyendo su calidad fisiológica.

Los problemas fitosanitarios (40.0%) fueron principalmente manchas foliares, y según García y Ramos (2013) en la última fase de producción del eucalipto (*Eucalyptus* sp.) es común la presencia de hongos (*Kirramyces* sp.) que afectan el follaje de las plantas, sin riesgo de causar su muerte. Este defecto afecta la calidad fisiológica de las plantas, es decir la eficacia para absorber agua, nutrientes y sostener relaciones simbióticas (Rodríguez 2008).

Respecto al daño mecánico (27.3%), Rojas (2002) señala que este defecto está influenciado por el efecto de borde y se intensifica a medida que las plantas crecen. Por otro lado, a pesar de que el defecto bifurcación (9.1%) se reportó en una baja frecuencia, el mismo autor menciona que ésta presenta un control genético alto, lo que sugiere la expresión de heterogeneidad genética de las semillas utilizadas. El autor señala también que los defectos daño del meristemo principal, presencia de malas hierbas, daños mecánicos y problemas fitosanitarios reflejan directamente un mal manejo cultural de las plantas en el vivero. Por lo tanto, se puede afirmar que los viveristas no están realizando un buen manejo cultural de las plantas de “eu-

Índices	Valores					Calificación de Calidad (Conafor 2005)
	Promedio	Mínimo	Máximo	CV (%)	D.E.	
De Dickson (ID)	0.05	0.02	0.09	59.89	0.03	Baja
De Esbeltez (IE)	12.04	9.77	16.79	23.33	2.81	Baja
Relación Parte Aérea/ Parte Radicular (RAR)	1.13	0.04	2.5	92.88	1.05	Media a Alta
De Lignificación (%) (IL)	15.8	6.69	27.8	65.72	10.39	-

Legenda: C.V. = Coeficiente de Variación, D.E. = Desviación Estándar

Cuadro 7. Índices de Calidad determinados en la investigación.

calipto urograndis". Sin embargo, se debe considerar que las plantas ya excedieron el tiempo de permanencia en el vivero: 90 días en similares condiciones, según Leguía (2015)¹.

Respecto a las características morfológicas, la altura de la planta es un buen predictor de sus dimensiones futuras en campo. Sin embargo, el diámetro es el que permite predecir la sobrevivencia en campo definitivo y definir la robustez del tallo, asociándole con la sobrevivencia y vigor de la plantación. En la recopilación de Muñoz *et al.* (2015) se cita que plantas con diámetro de cuello mayor a 5 mm, son más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por plagas y fauna nociva, pero esto varía de acuerdo con la especie. Por su parte Quiroz *et al.* (2009), citado por Villalón-Mendoza *et al.* (2016) mencionan que los atributos morfológicos comúnmente medidos, para determinar la calidad de planta, relacionan el diámetro del cuello y la altura de la planta. No obstante, Piña y Arboleda (2010) señalan que ningún atributo es decisivo por sí solo, y concuerdan con Rodríguez (2008) al recomendar el análisis de más de un atributo con fines de aceptación o rechazo de un lote de plantas.

En referencia a la calidad del lote, para que exista control en la selección de plantas a utilizar en los programas de plantaciones forestales, es importante que los viveristas y productores forestales evalúen las características morfológicas y fisiológicas de las plantas antes

de la instalación en campo definitivo. Por lo tanto, identificar las características que influyen en la calidad de las plantas forestales producidas en un vivero, debe ser una actividad prioritaria por parte de los involucrados en las iniciativas de reforestación y forestación.

En relación con la Posición Sociológica, está referida en la determinación de los niveles de iluminación que las plantas reciben, lo cual se refleja en sus alturas. Sin embargo, la alta presencia de plantas en la posición Suprimidos (50.9%) sugieren el mal manejo cultural por parte de los viveristas (por ejemplo: deficiencia en el riego, deficiencia en la fertilización o exceso de sombra en los estadios iniciales de crecimiento) y una mala selección de semillas (Rojas 2002). Así mismo, con el paso de las semanas las diferencias en altura propiciarán una competencia entre las plantas y diferencias notables en su posición.

Teniendo en consideración las características morfológicas y fisiológicas y la evaluación de la posición sociológica, se puede inferir que este lote de plantas de "eucalipto urograndis" no es idóneo para el establecimiento de plantaciones forestales con fines comerciales.

Índices de Calidad

Respecto al Índice de Dickson (ICD), Reyes *et al.* (2005) citados por Piña y Arboleda (2010) señalan que valores altos representan plantas de mejor calidad ya que por una parte el desa-

¹ Leguía, F. 10 mar. 2015. Producción de plantas forestales (entrevista). Huánuco, Perú. Consorcio Agroforestal S.A.C.

rollo de la planta es elevado y al mismo tiempo las partes aéreas y radiculares están equilibradas, del mismo modo en la recopilación de Bernaola *et al.* (2016) se menciona una planta de alta calidad debe reportar un equilibrio entre las biomasa aérea y radical, lo que se debe expresar en un alto valor para el ICD. De manera complementaria, Sáenz *et al.* (2010) señalan que valores bajos (< 0.2) reflejan un desbalance entre la parte aérea y la radical, o la altura y el diámetro, lo que se puede traducir en la baja potencialidad de la planta en su lugar de plantación, (según sus experiencias con *Pinus* sp. y latifoliadas). Por lo tanto, según el valor del ICD (0.05) las plantas de "eucalipto urograndis" pueden ser consideradas de baja calidad. Con relación al Índice de Esbeltez (IE), diversos autores señalan que cuando existe una proporción definida entre la parte aérea y radical, la planta estará lista para salir a campo definitivo con altas tasas de sobrevivencia. Según la recopilación de Villalón-Mendoza *et al.* (2016), plantas con menor medida en la relación de IE (< 6 equivalente a alta calidad) pueden mantener un mejor estado hídrico con un consumo más moderado de agua en situaciones de deficiencia hídrica. Por ello, se deduce que bajos valores para el IE representarán mayor resistencia de la planta a factores climáticos y biológicos, confiriéndoles la calificación de alta calidad. En esta investigación, las plantas de "eucalipto urograndis" no reportaron una proporción entre su altura y diámetro del cuello (IE), lo cual puede ser perjudicial cuando sea instalada en sitios con vientos moderados a fuertes y deficiencia hídrica. Los valores obtenidos para ICD e IE se encuentran lejos de lo recomendado, calificando al lote de plantas de baja a mala calidad.

Respecto a la relación parte aérea/parte radical (RAR), los resultados (1.13) califican a las plantas de media a alta calidad, lo que indica una proporción entre el desarrollo de la parte aérea y la parte radical, en la que el sistema radicular se encuentra en condiciones de proveer de nutrimentos necesarios a la parte aérea. Al respecto, Villar (2003) menciona que la RAR de plantas pequeñas suele ser menor que el de plantas con partes aéreas más

grandes, confiriéndole cierta ventaja en la mejora de la economía hídrica de la planta y por consiguiente en su capacidad de sobrevivencia y crecimiento en ambientes secos. El mismo autor menciona que existe una tendencia de que las plantas con partes aéreas más grandes sean las que sobreviven y crecen más tras la plantación, y que no necesariamente presenten mayor mortalidad que las plantas pequeñas. Por su parte, Rodríguez (2008) menciona que plantas de ambientes desérticos desarrollan muchas raíces que se extienden en busca de agua y que mantienen una baja superficie foliar, para reducir las pérdidas por evapotranspiración, además afirma que una planta establecida en ambientes con limitaciones hídricas desarrollará más raíces que cuando es plantado sin esa limitación independientemente de la tecnología de producción utilizada. Es decir, en sitios con limitaciones de humedad, las plantas con menores valores de RAR (por ejemplo < 1) tenderán a aclimatarse y sobrevivir mejor que las plantas con RAR mayores (por ejemplo > 1). En la recopilación de Manzanilla (2013) se mencionan que plantas con una relación entre 1.5 - 2.5 de RAR reflejan un balance óptimo, y relaciones superiores (> 2.5) señalan desproporción entre las partes aéreas y radiculares, incrementando las posibilidades de desequilibrio hídrico y en consecuencia poniendo en riesgo la sobrevivencia de la planta. Por lo tanto, queda claro que la biomasa radicular ejerce una fuerte influencia en la sobrevivencia, establecimiento y desempeño de las plantas en campo definitivo.

Respecto al índice de lignificación (15.8%), Trujillo (2004) y Carhuamaca (2016) indican que a mayor estado de lignificación de la planta es más resistente a daños mecánicos, respondiendo mejor al estrés hídrico, cambios ambientales y es más resistente al traslado desde el vivero al lugar de plantación. Sin embargo, no se ha establecido un rango de valores para el mismo.

Los valores determinados en esta investigación para los Índices de Dickson (ID), Relación parte aérea/parte radical (RAR) e Índice de Lignificación (IL) expresan una alta

variabilidad, en contraposición con el Índice de Esbeltez (IE), cuyos valores expresaron una variabilidad aceptable (Cuadro 7). En ese sentido, queda claro que el lote de "eucalipto urograndis" presenta elevada heterogeneidad de características morfológicas que pueden repercutir en su sobrevivencia y desarrollo en su lugar de plantación. En consecuencia, los índices de calidad tienen una gran utilidad para describir rápidamente la calidad de las plantas de un vivero forestal. Por lo tanto, según el análisis realizado, el lote de plantas de "eucalipto urograndis" no reportó características morfológicas y fisiológicas óptimas para el establecimiento de plantaciones forestales.

Finalmente, en concordancia con diversos autores como Sánchez y Murillo (2004) y Rodríguez (2008), se destaca que el principio fundamental en que se basan los parámetros de calidad de plantas es: posibilidad de predicción de la sobrevivencia y potencial para desarrollarse rápidamente durante los primeros meses o años de crecimiento en la plantación. Sin embargo, el concepto de calidad de plantas puede ser considerado relativo, debido a que los requerimientos de esta puede variar de acuerdo a diversos factores como: especie, condiciones de sitio, objetivo y época de plantación; estos factores definen el nivel de exigencia de uno o más características morfológicas de la planta para su instalación en campo definitivo (Manzanilla 2013), del mismo modo los resultados de la plantación (sobrevivencia) y crecimiento en los primeros meses, deben ser utilizados para ajustar las características de la próxima planta de alta calidad (Cartón de Colombia S.A. 2008). Es decir, que el análisis de calidad se debe reportar antes de su salida a campo y debe servir como indicador para mejorar la producción de plantas en vivero en las siguientes campañas.

La asignación de la calidad en plantas forestales mediante la metodología aplicada y los índices de calidad mencionados en esta investigación, permitirán a los viveristas medir resultados y compararlos con las metas anuales de producción de plantas, a fin de corregir cualquier desviación y realizar los cambios oportunos en la producción de plantas.

Consideraciones Finales

Con base en todo lo anterior y según el estudio de caso: calidad de plantas de "eucalipto urograndis", se puede concluir que la correlación de las variables altura, diámetro del cuello de la raíz, peso seco de la raíz y peso seco total, a través de los índices: de Dickson y de Esbeltez califican la calidad de las plantas como: baja calidad. Sin embargo, el RAR califica a las plantas como media a alta calidad. Por lo tanto, el lote de plantas de "eucalipto urograndis" no reporta características morfológicas y fisiológicas óptimas para el establecimiento de plantaciones forestales.

En definitiva, la producción de una planta forestal de alta calidad está condiciona por la especie, semillas y realización de actividades de manejo cultural en vivero, del mismo modo el transporte de las plantas, las condiciones del sitio y plantación afectan directamente la calidad de las plantas en el lugar de plantación.

Respecto a la metodología usada e índices de calidad mencionados en esta investigación, éstos deben ser vistos como herramientas fundamentales en la producción de plantas de calidad en viveros forestales, además como una guía base que pueda ser mejorada en futuras investigaciones. Del mismo modo, durante la producción de plantas en viveros forestales, es importante llevar un control eficiente de las actividades de manejo cultural. En ese sentido, en el Cuadro 2 se muestra (de manera referencial) el formulario de campo empleado en la evaluación de características morfológicas y fisiológicas de las plantas de "eucalipto urograndis", la cual puede ser tomada como modelo para estudios referidos a la calidad de plantas en viveros forestales. Asimismo, es importante registrar para cada planta forestal o lote de plantas información general (método de producción y sistemas de producción) y específica (características morfológicas y fisiológicas y posición sociológica), la cual pueda ser vinculado con la atención que reciben por parte de los viveristas, con la finalidad de economizar recursos económicos, planificar las siguientes campañas de producción y descartar plantas y fuentes de semillas de mala calidad.

En sumo, se proponen criterios e indicadores de aceptación y rechazo de lotes de plantas en viveros forestales de tecnología intermedia, basada en el “eucalipto urograndis”. La información generada en esta investigación debe contribuir en la mejora de la producción de plantas forestales, lo que permita augurar su sobrevivencia y desarrollo en el lugar de plantación.

Agradecimientos

A los Ing. Jessenia Polack Huamán, Ing. Alexis Hermoza Cuba e Ing. Alexei Córdova Contreras, quienes participaron en la fase de campo (toma de datos) y al Ing. Juan Luis Nolasco Chumpitaz por su apoyo en el análisis de la información. Al Ing. Moisés Acevedo Mallque de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina – UNALM, al Ing. Armando Quispe Santos por los conocimientos compartidos y al Dr. Gilberto Domínguez Torrejón por su apoyo constante. Finalmente, al personal técnico y administrativo de PLANTAR, campaña forestal: 2014 – 2015.

Bibliografía

Bernaola, RM; Zamora JF; Vargas, J; Cetina, VM; Rodríguez, R; Salcedo, E. 2016. Calidad de planta en etapa de vivero de dos especies de pino en sistema Doble-Trasplante. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 7(33):74–93.

Buamscha, MG; Contardi, LT; Dumroese, RK; Enricci, JA; Escobar, R; Gonda, HE; Jacobs, DF; Landis, TD; Luna, T; Mexal, JG; Wilkinson, KM. 2012. Producción de plantas en viveros forestales. *In* Contardi, LT; Gonda, HE; Tolone, G; Salimbeni, J (coords.); Ardiles, B; Gonda, HE; Contardi, LT (trads.). Buenos Aires, Argentina, CFI. 220 p.

Carhuamaca, K. 2016. Diagnóstico de calidad de plantas clonales de la especie forestal *Eucalyptus urograndis* producidas en un Prototipo de Producción Clonal (PPC) – Palca – Tarma – Junín. *In* Quispe, A. (coord.). Junín, Perú, Arborizaciones E.I.R.L. 93 p. Informe final. Fondo Proyecto “Desarrollo de un prototipo

productivo clonal – PPC para incrementar la productividad y calidad de las plantaciones de eucalipto y posterior comercialización a viveros forestales del Perú” (PIPEI-8-P-332-418-14).

Cartón de Colombia S.A. 2008. La calidad de la planta forestal: un concepto en Cartón de Colombia. Seminario de Reforestación (3, 2018, Bogotá, Colombia). Bogotá, Colombia. 43 p.

Conafor (Comisión Nacional Forestal, México). 2005. Manual práctico para producción de planta. Jalisco, México. 198 p.

García, M; Ramos, S. 2013. Guía fitosanitaria para viveros forestales: prevención, identificación y control de las enfermedades y plagas más comunes en viveros de eucalipto. Concordia, Argentina, INTA. 40 p.

Haase, DL. 2007. Morphological and physiological evaluations of seedling quality. *In* Riley, LE; Dumroese, RK; Landis TD (coords.). National proceedings: forest and conservation nursery associations 2006. Oregon, Estados Unidos de América, Fort Collins Service Center. p. 3-8.

Díaz, VCL; Maldonado, JC; Peters, J; Pérez, E; Puértolas, J; Morales, D; Jiménez MS; Gil, L. 2004. Evaluación de la calidad de plántulas de *Pinus canariensis* cultivadas con diferentes métodos en la supervivencia y crecimiento en campo. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales (Actas de la III reunión sobre repoblaciones forestales) (17):63-67.

Manzanilla, G. 2013. Determinación de calidad de planta en el vivero forestal “La Dieta” Municipio de Zitácuaro, Michoacán. Tesis Ing. agrónomo. Michoacán, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 90 p.

Mas, PJ. 2003. Guía práctica para la producción de planta en un vivero. Michoacán, México, Comisión Forestal del Estado. 37 p. Boletín técnico n.º5.

Morales, E. 2013. Indicadores de calidad de planta en 4 viveros forestales del estado de Tamaulipas. Seminarios de Postgrado de la Universidad Autónoma de Nuevo León (1, 2013, Monterrey, México). Monterrey, México, UANL. 7 p.

- Muñoz, H; Sáenz, J; Coria, V; García, J; Hernández, J; Manzanilla, G. 2015. Calidad de planta en el vivero forestal La Dieta, Municipio Zitácuaro, Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 6(27):72-89.
- Orozco, G; Muñoz, H; Villaseñor, F; Rueda, A; Sigala, JA; Prieto, JA. 2010. Diagnóstico de calidad de planta en los viveros del estado de Colima. Michoacán, México, INIFAP. 60 p. Folleto técnico, n.º 1.
- Piña, M; Arboleda, ME. 2010. Efecto de dos ambientes lumínicos en el crecimiento inicial y calidad de plantas de *Crescentia cujete*. *Bioagro* 22(1):61-66.
- Quispe, A. 2016a. Desarrollo de un prototipo productivo clonal – PPC, para incrementar la productividad y calidad de las plantaciones de eucalypto y su posterior comercialización a los viveros forestales tecnificados del Perú (diapositivas). Junín, Perú, s.e. 80 diapositivas, color. Presentación del proyecto ejecutado por Innóvate Perú y Arborizaciones E.I.R.L.
- Quispe, A. 2016b. Resultados de investigación, desarrollo e innovación para plantaciones forestales comerciales. In Seminario Nacional: "Investigación, desarrollo e innovación en un plan de negocios en el contexto de proyectos de inversión pública para plantaciones forestales comerciales (2016, Lima, Perú). CIP (Colegio de Ingenieros del Perú); Serfor (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, Perú); Arborizaciones E.I.R.L. Seminario nacional 2016: investigación, desarrollo e innovación en un plan de negocios. Lima, Perú, s.e. 32 p.
- Quispe, A. 2017a. Estudio de las cadenas productivas y estrategias para la promoción de plantaciones forestales con fines comerciales y sostenibles en el Perú. In Quispe, A. (coord.). Lima, Perú, Serfor. 257 p. Informe final. Programa de Desarrollo Forestal Sostenible, Inclusivo y Competitivo en la Amazonía Peruana.
- Quispe, A. 2017b. Mejoramiento genético y clonación de árboles forestales con fines productivos. In Seminario Nacional Forestal: Modernas Tecnologías para el Desarrollo del Cultivo Forestal en el Perú (1, 2017, Lima, Perú). CIP (Colegio de Ingenieros del Perú); Serfor (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, Perú); Arborizaciones E.I.R.L. Mejoramiento genético. Memorias. Lima, Perú, s.e. 72 p.
- Rodríguez, DA. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Ciudad de México, México, Mundi-Prensa. 156 p.
- Rojas, F. 2002. Metodología para la evaluación de la calidad de plantas de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) en vivero. *Revista Chapingo (Serie Ciencias Forestales y del Medio Ambiente)* 8(1):75-81.
- Rueda, A; Benavides, JD; Prieto-Ruiz, J; Sáenz, JT; Orozco-Gutiérrez, G; Molina, A. 2012. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 3(14):69-82.
- Sáenz, JT; Villaseñor, FJ; Muñoz, HJ; Rueda, A; Prieto, JA. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Michoacán, México, INIFAP. 52 p. Folleto técnico n.º 17.
- Sáenz, JT; Muñoz, HJ; Pérez, CMA; Rueda, A; Hernández, J. 2014. Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero "Morelia", estado de Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 5(26):98-111.
- Sánchez, S; Murillo, O. 2004. Desarrollo de un método para controlar la calidad de producción de plántulas en viveros forestales: estudio de caso con ciprés (*Cupressus lusitanica*). *Agronomía Costarricense* 28(2):95-106.
- SE (Secretaría de Economía, México); Dirección General de Normas. 2016. Certificación de la operación de viveros forestales. Norma Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016. Ciudad de México, México, DOF. 7 dic. 194 p.
- Serfor (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, Perú). 2019. Anuario forestal y de fauna silvestre 2017. Lima, Perú. 124 p.
- Trujillo, E. 2004. Errores frecuentes en el manejo de semillas, viveros y plantaciones forestales. Bogotá, Colombia, CONIF. 50 p. (Serie de Documentación, n.º49).

Villar, P. 2003. Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación. In Nicolau, JM, Rey, JM, Espigares, T (coords.). Restauración de Ecosistemas Mediterráneos. Alcalá, España, Universidad de Alcalá. p. 65-86.

Villalón-Mendoza, H; Ramos-Reyes, JC; Vega-López, JA; Marino, B; Muños-Palomino, MA; Garza-Ocañas, F. 2016. Indicadores de calidad de la planta de *Quercus canby* Trel. (encino) en vivero forestal. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales 12(1):46-52.