

ARTÍCULO ORIGINAL

Biomasa y contenido de nutrientes en plantaciones forestales de *E. Urograndis* (Ucayali)

Biomass and nutrient content in forest plantations of *E. Urograndis* (Ucayali)

José Valdez Campos^{ID 1a}, Fernando Delgado Monsalve^{ID 2}, Carlos Pillco Cochán^{ID 3}
y Kevin Isaac Rodríguez Vasquez^{ID 1b*}

¹ Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Forestal (CITEforestal Pucallpa), Instituto Tecnológico de la Producción (ITP), Pucallpa, Perú

² Refinca Holding SAC (REFINCA), Pucallpa, Perú. Email: fdelgado@refinca.com

³ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Email: cpillco123@gmail.com

^a Email: citeforespuc09@itp.gob.pe

^b Email: krodriguez@itp.gob.pe

* Autor de correspondencia

Resumen

La presente investigación evaluó la biomasa y el contenido de nutrientes presente en las plantaciones de *Eucalyptus urograndis*, a 4 edades de crecimiento (15, 34, 39 y 52 meses) en cuatro sitios, ubicadas en la provincia Padre Abad, región Ucayali. Para determinar la producción de biomasa y el almacenamiento de nutrientes, se seleccionó un individuo para cada edad, cuyo criterio de selección fue el árbol promedio procedente de la parcela de medición de 500 m². Mediante método destructivo se obtuvieron muestras de 1 kg por elemento vegetativo como hojas superiores, hojas inferiores, ramas, corteza, madera y raíz; los cuales fueron analizados mediante espectrofotometría en la determinación de macro y micro elementos. El resultado obtenido para el contenido de biomasa por edad, es el siguiente: 15 meses (23,79 tn/ha), 34 meses (35,46 tn/ha), 39 meses (74,18 tn/ha), 52 meses (79,47 tn/ha). La diferencia de la productividad (m³/ha/año) se atribuye a la calidad de sitio, manejo, material genético y la edad. En cuanto a la extracción de los nutrientes, el calcio fue el elemento de mayor concentración en promedio sobre las 4 edades de crecimiento, seguido del potasio, nitrógeno,

magnesio, sodio y fosforo. Así mismo, nitrógeno fue el elemento que tuvo mayor presencia en las hojas, sobre todo en las hojas superiores, pero también uno de los elementos con mayor movilidad.

Palabras claves: biomasa, nutrientes, urograndis, plantación

Abstract

The present investigation evaluated the biomass and the content of nutrients present in the *Eucalyptus urograndis* plantations, at 4 ages of growth (15, 34, 39 and 52 months) in four sites, located in the Padre Abad province, Ucayali region. To determine biomass production and nutrient storage, an individual was selected for each age, whose selection criterion was the average tree from the 500 m² measurement plot. Using a destructive method, samples of 1 kg were obtained per vegetative element such as upper leaves, lower leaves, branches, bark, wood and root; which were analyzed by spectrophotometry in the determination of macro and micro elements. The result obtained for the biomass content by age is as follows: 15 months (23.79 tn / ha), 34 months (35.46 tn / ha), 39 months (74.18 tn / ha), 52 months (79.47 tn / ha). The difference in productivity (m³ / ha / year) is attributed to the quality of the site, management, genetic material and age. Regarding the extraction of nutrients, calcium was the element with the highest concentration on average over the 4 ages of growth, followed by potassium, nitrogen, magnesium, sodium and phosphorus. Likewise, nitrogen was the element that had the greatest presence in the leaves, especially in the upper leaves, but also one of the elements with greater mobility.

Keywords: biomass, nutrients, urograndis, plantation

Introducción

Las plantaciones forestales comerciales, no solo cumplen un rol de producción y de alternativa de negocio, también de protección, debido que las plantaciones simulan a los bosques naturales cumpliendo varias de sus funciones como: regular el ciclo hidrológico, evitar la erosión, fijar dióxido de carbono, regular el clima, albergue de fauna, valor paisajístico, entre otros.

La especie *Eucalyptus urograndis*, híbrido proveniente de Brasil, se planta en diferentes países bajo el modelo de plantaciones forestales en macizo a escalas comerciales, siendo Perú uno de los países en Sudamérica que realizan los esfuerzos por el avance científico, tecnológico y de producción comercial de las plantaciones

forestales de *E. urograndis* hace muchos años, si bien se conoce modelos en otros países con paquetes tecnológicos validados y de alta productividad, estos no son totalmente replicables, ya que las especies responden de diferente manera de acuerdo a las condiciones de sitio.

La producción de biomasa del *Eucalipto* depende de las condiciones de sitio, el cual influye en la productividad de la plantación. Además, la formación de biomasa y crecimiento de la planta está sujeta a la absorción y disponibilidad de nutrientes presentes en el suelo, así mismo, el nivel de uso eficiente y concentración de los nutrientes en los diferentes tejidos vegetativos, estará relacionado con la edad de la plantación. (Gonçalves et al., 1997).

Existe una relación directa entre del crecimiento con la acumulación de nutrientes en los tejidos vegetativos del *Eucalyptus* (Gonçalves et al., 1997), hecho verificado para *E. grandis* en São Paulo y *E. urophylla* en Minas Gerais (Pereira, 1990).

Santana et al. (1999) evaluó la producción de biomasa y el contenido de N, P, K, Ca y Mg en *E. grandis* y *E. saligna* a los 78 meses de edad en cinco sitios ubicados en el estado de Sao Paulo en Brasil; demostró que el efecto del sitio fue más importante que el efecto del material genético sobre la producción.

La disponibilidad y dinámica de los nutrientes puede ser simple o compleja dependiendo el tipo de nutriente, el tipo de suelo, el ambiente, sumado a ello está la interacción del componente florístico el cual se verá limitado por la profundidad efectiva del sitio y el tipo de desarrollo radicular que presente la planta (Barros et al., 2005).

Evangelista (2019), reportó para plantaciones comerciales de *Eucalyptus urograndis* el contenido de nutrientes por productividad, a los 6 años con una productividad de 35m³/ha/año; el orden de extracción es el siguiente: 453 kg/ha de N, 440 kg/ha de Ca, 197 kg/ha de K, 125 kg/ha de Mg, 30 kg/ha de P, 60 kg/ha de S, 1.8 kg/ha de Cu y 1.4 kg/ha Zn.

Material y métodos

Descripción del lugar

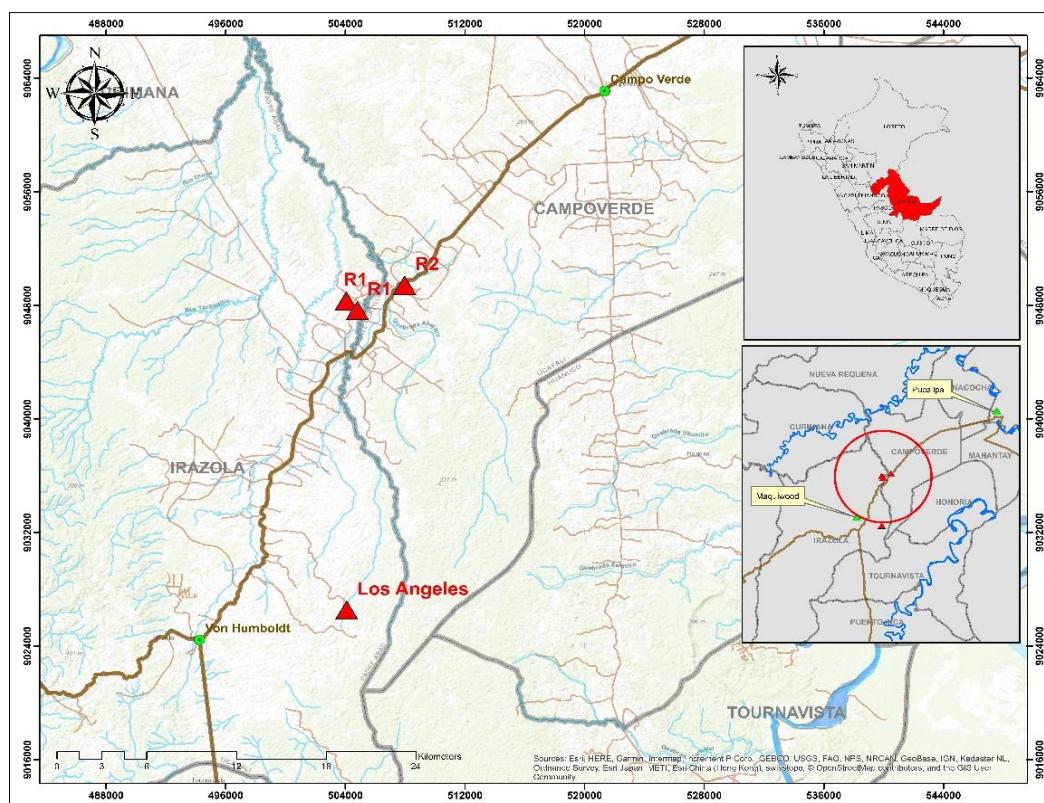
El área de estudio se encuentra en la región Ucayali, provincia de Padre Abad, distrito de Campo Verde, Alexander Von Humboldt y Neshuya, distribuidos en 4 sitios. Segú la clasificación de Zonas de Vida por Holdridge, el área de estudio comprende en un Bosque Húmedo Tropical (bh-T), presenta una precipitación media anual de 2200 mm y una temperatura media anual de 25°C. Con respecto a sus suelos, estos pertenecen al orden de los Inceptisoles, se caracterizan por ser superficiales y poco desarrollados.

El área de estudio en la actualidad se encuentra constituida por plantaciones forestales de *Eucalyptus urograndis* para fines comerciales, siendo esta zona anteriormente ocupada por otro tipo de coberturas como pastos, purmas y cultivos de palma aceitera, los cuales anteriormente fueron bosques.

Las coordenadas UTM de los 4 sitios de estudio donde se colectaron las muestras fueron: Los Ángeles coordenada 504079E,9026550N, R2 coordenadas 507957E,9049432N, R1 con coordenadas 504047E,9048324N y R1 con coordenadas 504800E,9047646N.

Ilustración 1

Mapa de ubicación de los 4 sitios de estudio



Inventario

En los cuatro sitios, se realizó un inventario utilizando un diseño de muestreo aleatorio simple; en parcela circular de tamaño 500 m² y con un radio de 12.62 m, donde se evaluó en promedio 42 árboles por parcela de *E. urograndis*; la evaluación consto de la medición del diámetro a la altura del pecho(dap) y de la altura total.

Selección de muestras

La selección de muestra consistió en seleccionar el árbol representativo de la parcela, para ello se tuvo como criterio el diámetro promedio (dap) de todos los árboles de *E. urograndis* ubicados dentro de la parcela, donde se seleccionó 1 muestra por parcela de medición, lo cual hizo un total de 4 muestras (árboles) a ser analizados para el presente estudio.

Preparación de sub-muestras

Una vez identificado el árbol promedio por parcela, se realizó una calicata a pie del fuste para la evaluación y extracción de la sección radicular¹, posterior a ello se procedió con el tumbado del árbol.

Cubicación rigurosa: Consistió en la medición del diámetro al largo de la longitud del fuste a 1 metro, para ello se utilizó una cinta diamétrica, con la finalidad de estimar el volumen rollizo en metros cúbicos de cada árbol y proyectar el volumen a las hectáreas y estimada la productividad.

Separación y pesaje de muestras: Luego de finalizar con la medición de las variables dasométricas (diámetros y altura), se seccionó el árbol cada 1 metro, separando previamente las ramas y hojas del fuste principal, obteniendo de esta forma, las siguientes partes vegetativas: hoja superior, hoja inferior, ramas, madera, corteza y raíz.

Todas las partes vegetativas fueron pesadas por separado en una balanza digital y registradas en un formato de evaluación, así mismo, se separaron submuestras de cada tejido con un peso mínimo de 1 Kg, la cuales fueron empaquetadas y codificadas para ser enviadas al laboratorio.

Análisis de muestras en laboratorio

Las muestras de los tejidos foliares fueron analizadas en los laboratorios de Valle Grande en Lima mediante espectrofotometría de llama. Los elementos determinados fueron los macro y micro elemento.

Resultados y discusiones

En el cuadro 1, se observa que el elemento de mayor concentración es el calcio, ocupando 503,90 kg/ha de este elemento en la biomasa de la plantación de 52 meses de edad y presentando una productividad de 31,3 m³/ha/año, por otro lado, Barros et al. (2005) indica que para una plantación con productividad de 40 m³/ha/año, a una edad de 84 meses, contiene aproximadamente 400 Kg/ha de calcio, lo cual se encuentra por

¹ La raíz extraída se realiza solo de una sección, por lo que se duplica su valor al momento del pesaje.

debajo a lo hallado en el presente estudio; así mismo, se observa un incremento gradual de la productividad con la edad de la plantación, para ello Morais (1988) y Santana (2002) indican que conforme la plantación crece, se desarrolla más tejido leñoso, concentrándose en este la mayor cantidad de calcio, donde la corteza es el tejido vegetativo que acumula hasta un 50% o más del elemento.

Cuadro 1

*Productividad y contenido de nutrientes, en plantaciones de *Eucalyptus urograndis* a diferentes edades de crecimiento (15, 34, 39, 52 meses), en Perú*

Edad (meses)	Densidad (árboles/ha)	Productividad (m ³ /ha/año)	Biomasa (tn/ha)	Kg/ha							
				N	P	K	Ca	Mg	Cu	B	Zn
15	800	16.2	23.79	163.03	14.54	116.50	148.82	20.33	0.12	0.42	0.21
34	760	31.9	35.46	108.70	19.97	149.16	106.24	29.50	0.17	0.58	0.26
39	600	33.3	74.18	128.73	16.17	139.93	212.14	43.84	0.23	1.36	0.40
52	760	31.3	79.47	181.61	19.05	205.29	503.90	64.53	0.27	1.33	0.38

El potasio se presenta como el segundo elemento de mayor concentración en la biomasa, donde se aprecia el incremento del elemento conforme aumenta la edad de la plantación, siendo mayor a los 52 meses con 205.29 Kg/ha, sin embargo, para la edad de 39 meses no muestra esta tendencia. Así mismo, el aumento de los tejidos leñosos, hace que el K se almacene en mayor proporción. Para ello, Barros et al (2005) indica que, para obtener mayores rendimientos en una plantación de eucalipto, el potasio junto con el calcio debe ser unos de los elementos mejor manejados, ya que están relacionados directamente con la productividad de la plantación.

El tercer elemento de mayor concentración es el nitrógeno, donde la plantación de mayor edad (52 meses) posee el mayor contenido de dicho elemento, seguido de la plantación de 15 meses, 39 meses y 34 meses de forma sucesiva; mencionado esto, se observa que el contenido de N no se relaciona directamente con la edad de la plantación, ya que es un elemento móvil y está sujeto a la disponibilidad del suelo y otros factores; por tanto una plantación joven tiene más contenido de follaje lo cual demanda más N para cumplir sus roles fisiológicos, esto explicaría la similitud o superioridad del contenido de N respecto a una plantación de mayor edad (González et al., 2016).

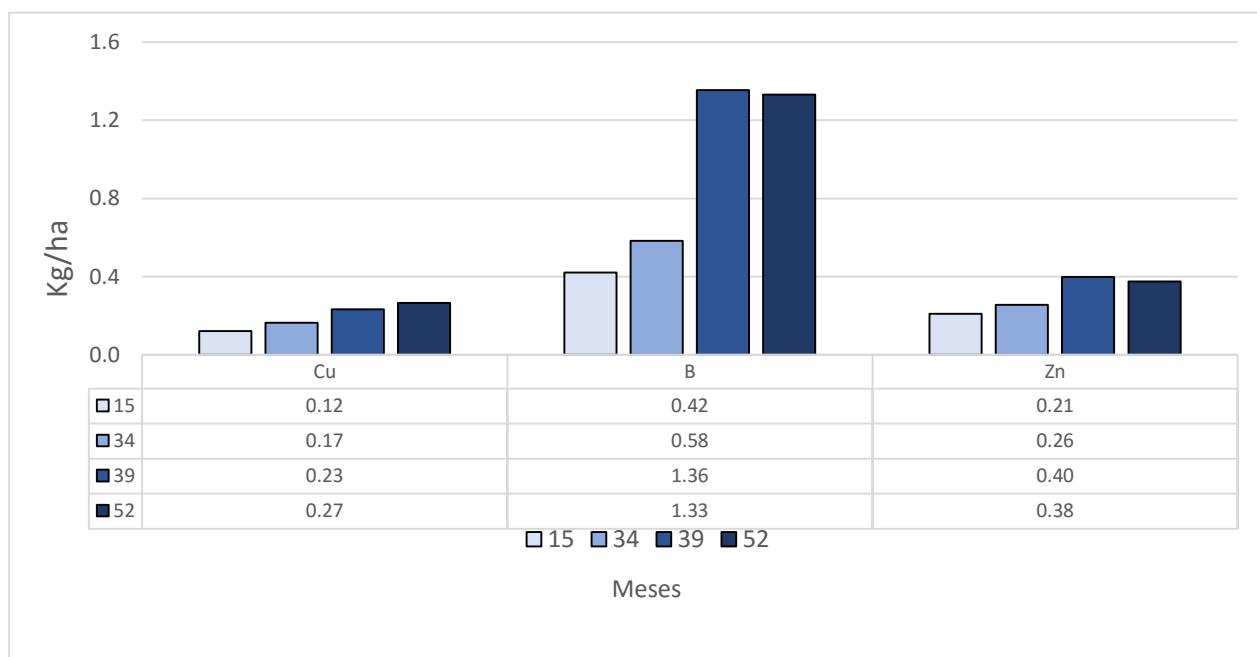
El magnesio es el cuarto elemento de mayor concentración en la biomasa, siendo también uno de los elementos que se incrementa en los tejidos conforme aumenta edad de la plantación, con una estrecha relación con la formación de corteza y madera (Brañas et al., 2000), así mismo, se observa que hay una diferencia de 44,20 Kg/ha de Mg en la

plantación de 52 meses con respecto a la de 15 meses (Gráfico 1), por ende, se presume que el contenido de magnesio es otro de los macro elementos que guarda relación con la edad de la plantación.

El quinto elemento de mayor concentración en la biomasa es el fosforo; dicho nutriente se presenta de forma similar en las cuatro edades, siendo 14,54 Kg/ha a la edad de 15 meses y de 19.05 kg/ha a los 52 meses. Este elemento es importante en la etapa inicial de la plantación, ya que favorece el desarrollo del sistema radicular (Pozo, 2005) y por consiguiente un mejor establecimiento en campo, así como una mayor absorción de los nutrientes disponibles en el suelo. No obstante, conforme avanza la edad no se muestra un incremento significativo del mismo.

Gráfico 1

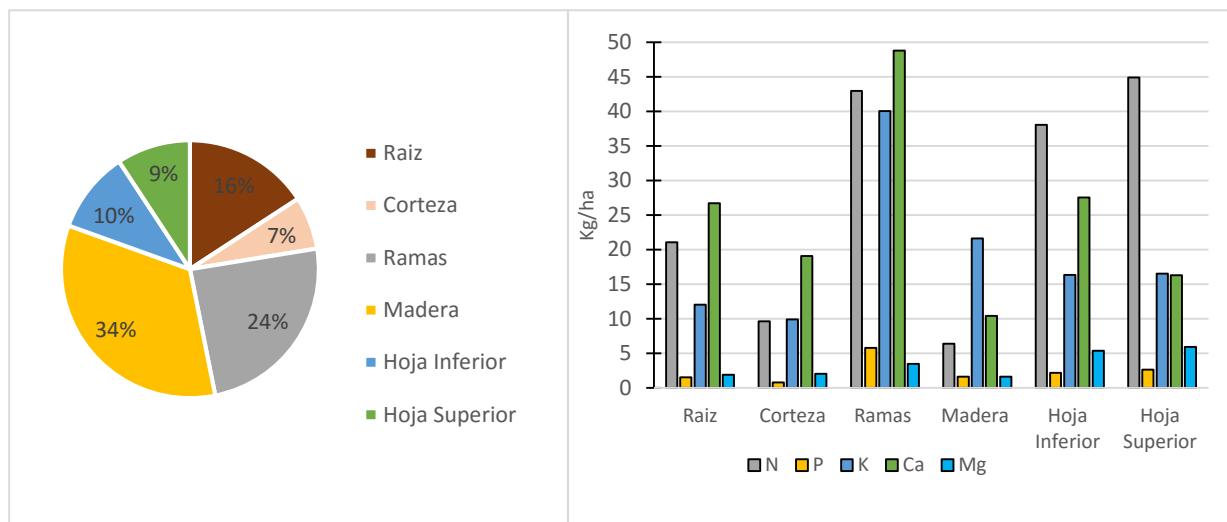
Comparativo de los micronutrientes extraídos por hectárea para las cuatro edades evaluadas



Del gráfico 1, se observa que el microelemento de mayor extracción es el Boro y este se incrementa conforme aumenta la edad de la plantación. Esto se corrobora por Ferrando (2010), donde indica que en plantaciones de *Eucalyptus sp.*, el Boro es el microelemento requerido en mayor cantidad y que frecuentemente se presenta en niveles muy deficientes en el suelo, siendo este una limitante para crecimiento de la fase juvenil. El cobre y el zinc también se encuentran en cantidades similares aumentando conforme a la edad, pero en menor proporción al boro.

Gráfico 2

Porcentaje de biomasa, cantidad de elementos nutricionales extraídos por tejido vegetativo a los 15 meses de edad



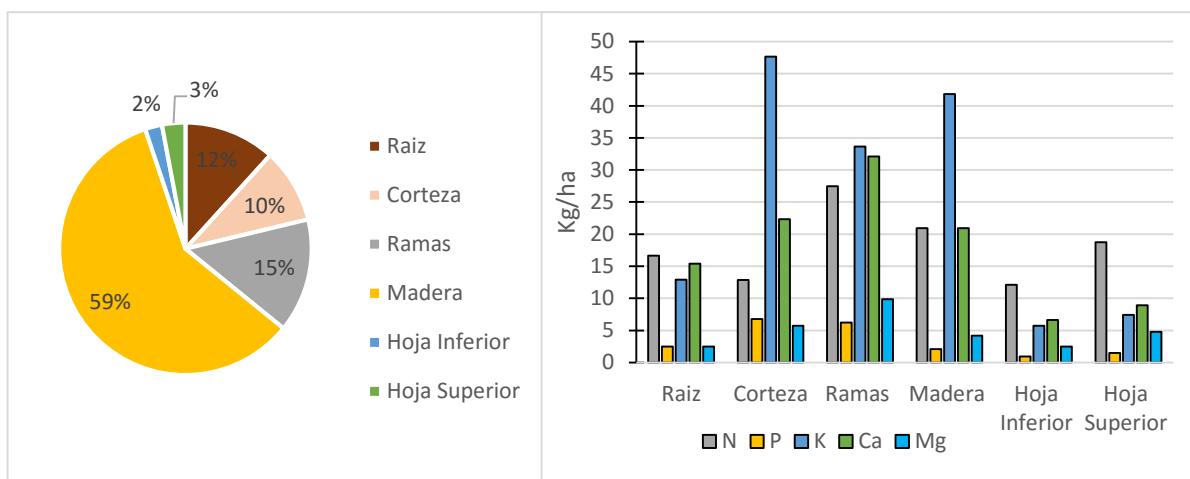
Del gráfico 2, se observa que una plantación a los 15 meses de edad presenta el siguiente orden de participación de los tejidos vegetales: madera (34%), ramas (24%), hojas (19%), raíz (16%) y corteza (7%). Así mismo, Viera *et al.* (2012) encontró para una población de eucalipto *urograndis* de 18 meses de edad en el Estado do Rio Grande do Sul (Brasil) las siguientes proporciones: madera (37%), ramas (34%), hojas (21%) y corteza (7%); esto demostraría que a una edad promedio de 1 año y medio el *E. urograndis* presentaría relativamente los valores porcentuales expresados. Por otro lado, Gonçalves *et al.* (1997) menciona que la producción de biomasa del eucalipto varía en diferentes ambientes, y que las características físicas y químicas de los suelos juegan un papel importante en la determinación de las diferencias de productividad.

También se observa que la mayor presencia de N a los 15 meses de edad se presenta en las hojas, seguido de las ramas y en mucho menor proporción en la madera; siendo incluso este último, el tejido vegetal de mayor porcentaje en biomasa (34%) presente en el árbol; sin embargo, el potasio es el elemento de mayor concentración en la madera frente a otros elementos (Ca, N, Mg y P) para la edad de 15 meses. Por otro lado, el calcio se encuentra en los mayores niveles de concentración en ramas, raíz y

corteza, mientras que los elementos de menor concentración a una edad temprana son el magnesio y el fosforo.

Gráfico 3

Porcentaje de biomasa, cantidad de elementos nutricionales extraídos por tejido vegetativo a los 34 meses de edad



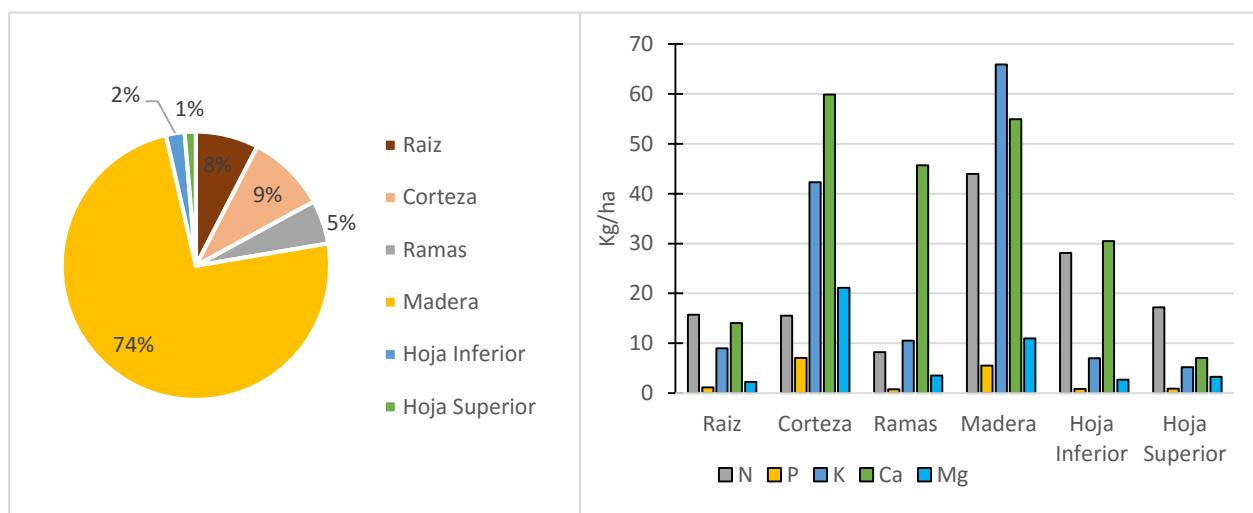
Del gráfico 3, se observa que los tejidos vegetativos como la corteza y madera son los que mayor contenido de potasio concentran, mientras que la menor concentración de dicho elemento está a nivel foliar; así mismo se puede observar que a nivel general los macroelementos empiezan a presentarse de forma mayoritaria en la corteza, madera y ramas,

Según Schumacher y Hoppe (1997), la reducción proporcional en hojas y ramas (copa) y el incremento de la madera y corteza se debe al desarrolló natural de la plantación; lo cual se demuestra a través del gráfico 3, donde explica cómo está conformado porcentualmente cada tejido vegetal del *E. urograndis* a los 34 meses de edad, siendo el siguiente orden de participación: madera (59%), ramas (15%), raíz (12%), corteza (10%) y hojas (5%). La biomasa aérea de la plantación a los 34 meses de edad es de 31 t/ha, mientras que Santana et al. (2008), reporto una variabilidad de contenidos de biomasa aérea en diferentes regiones de Brasil para plantaciones de Eucalipto a los 36 meses de edad, siendo de 26 t/ha hasta 77t/ha, donde los menores contenidos de biomasa se encontraron en las zonas de menor disponibilidad de agua. Además, la

producción de biomasa también estaría determinada por las características genéticas de la especie, y el incremento de rendimientos están asociados con mayores exportaciones de nutrientes del sitio (Santana et al., 2002).

Gráfico 4

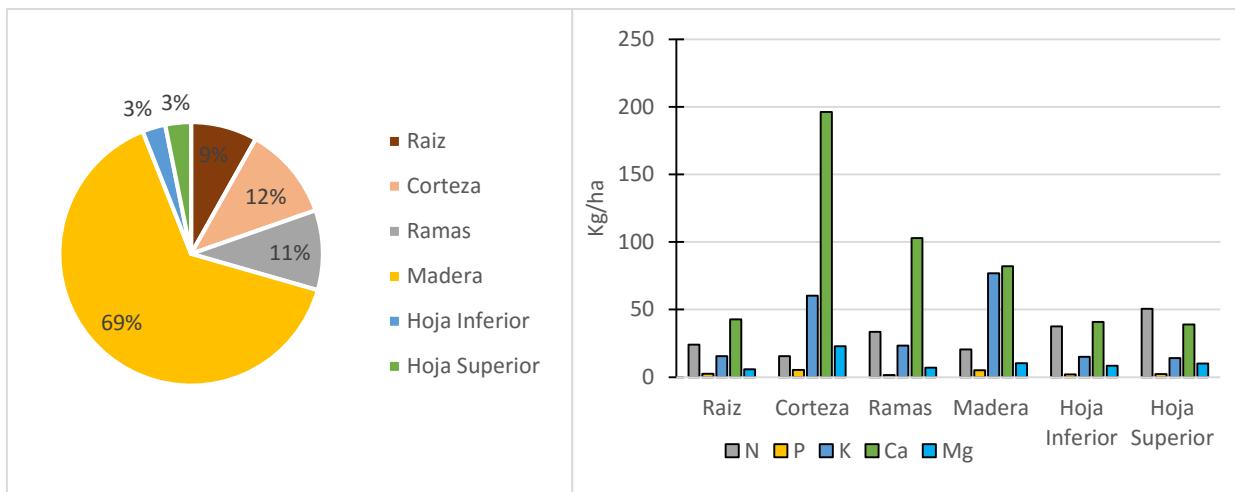
Porcentaje de biomasa, cantidad de elementos nutricionales extraídos por tejido vegetativo a los 39 meses de edad



En el gráfico 4 se demuestra el incremento porcentual de la madera en biomasa a los 39 meses de edad (74%) con respecto a la edad de 34 meses (59%), mientras que disminuye el porcentaje de participación de las hojas, ramas, corteza y raíz; por tanto, la disminución del tejido foliar provoca que el nitrógeno al ser un elemento móvil se concentre un poco más en el tejido leñoso. Además, se puede presenciar que a los 39 meses de edad sigue el incremento de los nutrientes Ca y K en la corteza, madera y ramas; sobre todo una mayor concentración de K en la madera a comparación de las ramas y corteza, donde las ramas presentan una disminución del contenido de potasio de 33Kg/ha (34 meses) a 11 Kg/ha (39 meses), lo cual se puede explicar por la diferencia porcentual de las ramas en el árbol, siendo 15% a los 34 meses y 5% a los 39 meses. Así mismo, la corteza es el tejido que presenta la mayor concentración de magnesio (21 Kg/ha) y calcio (60 Kg/ha), es por ello que varios autores destacan la posibilidad e importancia del descortezado en el sitio de aprovechamiento, con la finalidad que los nutrientes no sean transportados y sean incorporados en el suelo para un nuevo ciclo (Laclau et al., 2000; Hernández et al., 2009).

Gráfico 5

Porcentaje de biomasa, cantidad de elementos nutricionales extraídos por tejido vegetativo a los 52 meses de edad



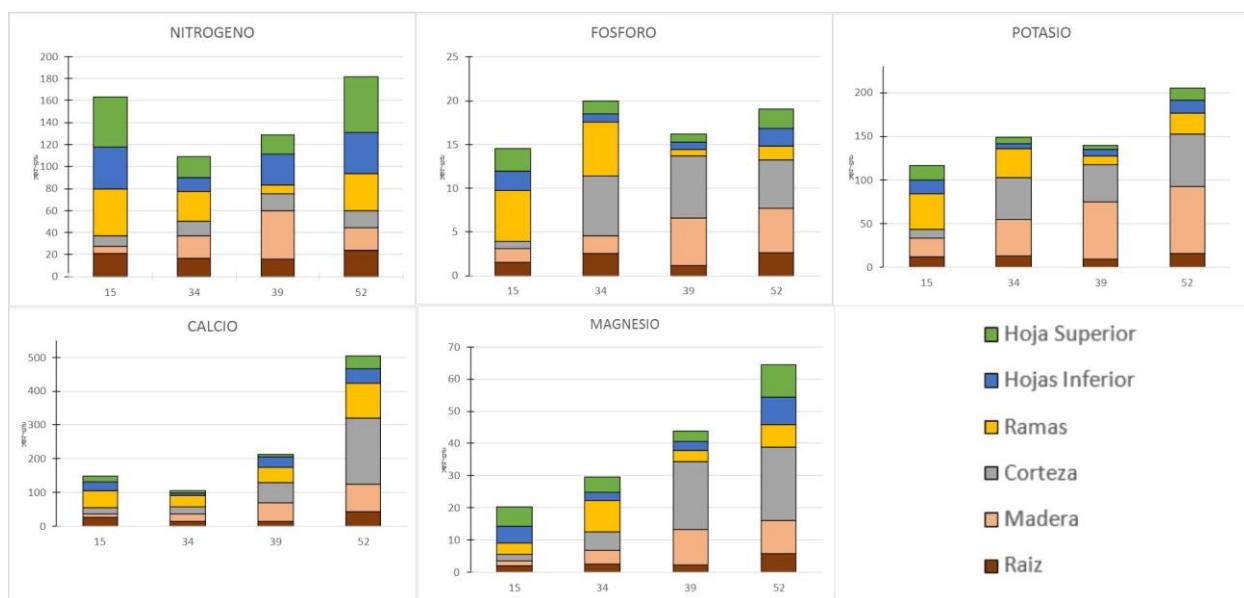
El gráfico 5, expresa la biomasa de los tejidos vegetativos a una edad de 52 meses (4.3 años), donde se observa una disminución de la participación de la biomasa leñosa(madera) siendo esta una plantación de mayor edad, al mismo tiempo, se presencia un incremento de la biomasa en hojas, ramas y corteza con respecto al gráfico anterior, por lo tanto, se podría explicar la disminución o similar productividad de la plantación de 52 meses ($31,3\text{m}^3/\text{ha/año}$) con respecto a la de 39 meses ($33,3\text{ m}^3/\text{ha/año}$), a pesar de que esta última presenta una menor densidad de individuos por hectárea y un diámetro promedio ligeramente menor; sin embargo presentan una altura superior a la plantación de 52 meses de aproximadamente 3 metros en promedio; con ello se podría explicar las similitudes de productividad, sumado a que la plantación de 52 meses invierte más nutrientes en la producción de biomasa de corteza y ramas, mientras que la de 39 meses lo hace en mayor concentración sobre la madera.

La mayor acumulación de Ca en corteza (196 Kg/ha) y ramas (103 Kg/ha), con una diferencia marcada sobre la madera (82 Kg/ha) a los 52 meses. Así mismo, el magnesio es uno de los elementos que sigue incrementándose sobre la corteza al igual que el potasio, de la misma forma ocurre en la madera, encontrándose casi en proporciones similares (Ca y K). En un estudio realizado por Leite (1998) relaciona el contenido de calcio y la densidad poblacional mediante una ecuación lineal, donde indica

que la absorción de este elemento no se ve limitado por la cantidad de individuos, lo mismo que no pasa para otros elementos donde se comportan de forma diferente y son expresados mediante ecuaciones cuadráticas; así mismo, Pereira (1990) indica que en plantaciones de mayor densidad poblacional habrá un mayor contenido de nutrientes pero una menor acumulación por planta, lo cual puede provocar la reducción de crecimiento en edades tempranas; por otro lado, la eficiencia del uso de nutrientes por unidad de área aumentara con la edad del eucalipto, donde la proporción de la madera aumenta y disminuye las hojas corteza y ramas (Miller, 1984).

Gráfico 6

Contenido de macroelementos acumulado por cada tejido a diferentes edades de crecimiento (15, 34, 39 y 52 meses)



Del gráfico 6, se observa que los niveles nutricionales a nivel radicular son relativamente constantes durante los primeros años de crecimiento, presentando una diferencia mayor en el contenido de fosforo y nitrógeno; con respecto al desarrollo de la madera, el nitrógeno y el fosforo son dos elementos que se encuentran en proporciones variables durante el desarrollo de la plantación, ya que estos elementos son muy móviles en la planta pudiendo traslocarse de tejidos viejos a los tejidos nuevos, sobre todo el

nitrógeno que suple las demandas fisiológicas de los tallos y hojas nuevas (Pérez, 2017; Balta *et al*, 2015).

La madera y corteza del *E. urograndis*, presenta un aumento gradual de concentración de los nutrientes K, Ca y Mg en relación a la edad de la plantación, así mismo el calcio y el magnesio no son elementos que se presenten en grandes proporciones cuando la planta es juvenil, debido que no tiene suficiente biomasa en corteza y madera, por lo que suministra estos elementos a la biomasa de las ramas. El potasio es un nutriente que tiene alta importancia fisiológica en la planta, por ello concentra buenas cantidades de este elemento desde una edad temprana, y es que el K participa en la activación de enzimas que están asociadas al proceso de fotosíntesis (Pérez, 2017).

Conclusiones

La plantación con mayor productividad fue aquella plantación con 39 meses, con 33.3 m³/ha/año y la de menor productividad fue aquella de plantación con 15 meses, con 16.2 m³/ha/año, sin embargo, las plantaciones de 34 y 52 meses presentan similar productividad de 31.9 m³ /ha/año y 31.3 m³ /ha/año.

La preferencia de extracción de macronutrientes por parte de las plantaciones forestales de *E. urograndis*, fue en el siguiente orden: calcio, potasio, nitrógeno, magnesio, sodio y fosforo.

Existe una relación directa de la concentración de biomasa en cada tejido con la edad de la plantación, siendo mayor el porcentaje de biomasa cuando se encuentra en el tejido leñoso como la madera, seguido de las ramas, corteza, raíz y hojas.

En tejidos leñosos como ramas, madera y corteza, los macro elementos calcio y potasio se encuentran en mayor porcentaje, sin embargo, esto puede variar según la conformación del árbol y proporción de cada tejido; por otro lado, el nitrógeno se encuentra en mayor cantidad sobre las hojas y puede variar de la misma forma.

Contribución de autoría

José Valdez Campos. – Planteó la propuesta de la investigación y ejecución. Realizó el acompañamiento desde la identificación de la necesidad de la investigación hasta lograr redacción y la publicación.

Carlos Javier Pillco Cochán. – Desarrolló la investigación en campo, sistematización de los resultados y apoyo en la elaboración del artículo científico hasta su publicación.

Fernando Delgado Monsalve. – Ejecución de las actividades planteadas en la investigación y la asignación de los recursos, así como la identificación de los sitios propuestos para la investigación.

Kevin Isaac Rodriguez Vasquez. – Colaboró en la redacción y corrección del artículo.

Conflictos de interés

No existe conflicto de interés institucional o económica.

Referencias bibliográficas

- Balta Crisólogo, R., Rodríguez del Castillo, Á., Guerrero Abad, R., Cachique, D., Alva Plasencia, E., Arévalo López, L. & Loli, O. (2015). Absorción y concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en suelos ácidos, San Martín, Perú. *Folia Amazónica*, 24(2), 123-130.
- Barros, N.F., Neves J.C.L; Novais R.F. (2005). Fertilidade de solos, nutrientes e produção florestal. *Visão Agrícola* (4), 76-79.
- Brañas J, González-Río F & Merino A. (2000). Contenido y distribución de nutrientes en plantaciones de eucalyptus globulus del noroeste de la Península Ibérica. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* (9): 317-335.
- Evangelista Silva, V. (2019). *Demand Nutricional do Eucalipto Pacotes Nutricionais*. El Dorado. Brasil.
- Ferrando Urrutia, M.G. (2010). *Fertilización de eucalipto con boro, efecto sobre los contenidos foliares*. [Tesis de Maestría, Institución Universidad de la República Facultad de Agronomía. Uruguay]. <https://bit.ly/3ueSLbp>.
- Gonçalves, J. L. M., Barros, N. F., Nambiar, E. K. S., & Novais, R. F. (1997). Soil and stand management for short-rotation plantations. *Management of soil, nutrients and water in tropical plantation forests*, 379-417.
- González, M.C; Rada, F.; Jaimez, R. (2016). Efecto del nitrógeno en los parámetros fotosintéticos y de producción del cultivo de la gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus ex Hook. f.). *Acta Agronómica*, 65(3), 255-260. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n3.49555>.

- Hernández, J.; Del Pino, A.; Salvo, L. & Arrarte, G. (2009). Nutrient export and harvest residue decomposition patterns of a *Eucalyptus dunnii* Maiden plantation in temperate climate of Uruguay. *Forest Ecology and Management*, 258(2), 92-99. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.03.050>.
- Laclau, J.P.; Bouillet, J.P.; Ranger, J. (2000). Dynamics of biomass and nutrient accumulation in a clonal plantation of *Eucalyptus* in Congo. *Forest Ecology and Management*, 128(3), 181-196. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00146-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00146-2).
- Leite, F.P. (1998). Acúmulo e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* sob diferentes densidades populacionais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22(3), 419-426. <https://doi.org/10.1590/S0100-06831998000300007>.
- Miller, H.G. (1984). Dynamics of nutrient cycling in plantation ecosystems. *Nutrition of plantation forests*/edited by GD Bowen, EKS Nambiar.
- Morais, E.J. (1988). *Crescimento e eficiência nutricional de espécies de eucalipto em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais*. Universidade Federal de Viçosa. Brasil.
- Pereira, A. R. (1990). *Biomassa e ciclagem de nutrientes minerais em povoamentos jovens de Eucalyptus grandis e Eucalyptus urophylla, em região de cerrado*. Universidade Federal de Viçosa. Brasil.
- Pérez, F. (2017). Nutrición mineral (Parte III). *Fisiología vegetal*. Universidad Nacional de Ucayali. Perú. <https://bit.ly/3ESjbEx>
- Pozo, E.R. (2005). Efecto de la fertilización sobre plantaciones de *Eucalyptus globulus* (*labill.*) y *Eucalyptus nitens* (*maiden*) de siete años de edad en la comuna de Máfil, provincia de Valdivia. Universidad de Chile. Chile. <http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/105059>.
- Santana, R. C., De Barros, N. F., & Neves, J. C. L. (1999). Biomassa e conteúdo de nutrientes de procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em alguns sítios florestais do Estado de São Paulo. *Scientia Forestalis/Forest Sciences*, 56, 155–169. <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br:80/handle/123456789/17437>.
- Santana, R.C.; Barros, N.F. & Neves, J.C.L. (2002). Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do Estado de São Paulo. *Revista Árvore*, 26:447-457. <https://doi.org/10.1590/S0100-6762200200040000>.

Santana, R.C; Barros, N.F; Leite, H.G; Comerford, N.B; Novais, R.F. (2008). Estimativa de biomassa de plantios de eucalipto no brasil. *Revista Árvore*, 32(4), 697-706. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000400011>.

Viera, M; Bonacina D.M; Schumacher, M.V; Calil, F.N; Caldeira, M.V.W; Watzlawick, L.F. (2012). Biomassa e nutrientes em povoamento de Eucalyptus urograndis na Serra do Sudeste-RS. *Revista Ciências Agrárias*, 33(1), 2481-2490. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n6Supl1p2481>.