

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

### AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

#### CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

- 1. TÍTULO:** “EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE ACACIA (*Acacia melanoxylon* R.Br.), EN ASOCIO CON TRES VARIEDADES DE PASTOS, EN LA PARROQUIA EL CARMELO, PROVINCIA DEL CARCHI”
- 2. AUTOR:** Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud
- 3. DIRECTOR:** Ing. For. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs.
- 4. COMITÉ LECTOR:** Ing. Agr. Gladys Neri Yaguana Jiménez, Mgs.  
Ing. For. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.  
Ing. For. Fabián Chicaiza Guanoluisa, Mgs.
- 5. AÑO:** 2016
- 6. LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN:** CARCHI, TULCÁN, EL CARMELO, SECTOR CARTAGENA.
- 7. BENEFICIARIOS:** PRODUCTORES PECUARIOS.

## HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



**NOMBRES:** Cristian Heriberto

**APELLIDOS:** Cuasquer Cuasapud

**CÉDULA DE CUIDADANÍA:** 0401541164

**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 2612737

**TELÉFONO CELULAR:** 0979899454

**CORREO ELECTRÓNICO:** crisheri\_89@live.com

**DIRECCIÓN:** Ibarra, Pasaje B y Río Machinaza

**AÑO:** 2017

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA - UTN

**Fecha:** 10 de enero de 2017

Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud: **"EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE ACACIA (*Acacia melanoxylon* R.Br.) EN ASOCIO CON TRES VARIEDADES DE PASTOS, EN LA PARROQUIA EL CARMELO, PROVINCIA DEL CARCHI"** /Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 10 de enero de 2017. 09 páginas.

**DIRECTOR:** Ing. Carlos Arcos Unigarro, Mgs.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el crecimiento de acacia en asocio con tres variedades de pastos para fomentar el desarrollo Agroforestal. Entre los objetivos específicos se encuentran: Determinar el crecimiento en altura total, diámetro basal, forma, diámetro de copa y el estado fitosanitario. Evaluación de la producción de forraje de: raigrás, avena, y trébol blanco. Determinación de la cantidad de nitrógeno incorporada al suelo por acacia y Evaluación de la interacción entre árbol y pastos.

**Fecha:** 10 de enero de 2017

  
.....  
Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs  
**Director de trabajo de titulación**

  
.....  
Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud  
**Autor**

“EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE ACACIA (*Acacia melanoxylon* R.Br.), EN ASOCIO CON TRES VARIEDADES DE PASTOS, EN LA PARROQUIA EL CARMELO, PROVINCIA DEL CARCHI”

AUTOR: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud  
DIRECTOR: Ing. For. Carlos Arcos, Mgs.  
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales  
Carrera de Ingeniería Forestal  
Ibarra-Ecuador  
Crisheri\_89@live.com  
Teléfono: 0979899454

## RESUMEN

La deforestación en la Región Andina del Ecuador, tuvo un promedio de 35 736 ha/año, durante el período 2000–2008 (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], 2012), siendo las causas atribuibles la expansión agrícola y ganadera. Con base en esta problemática se planteó la presente investigación cuyo objetivo general fue: Evaluar el crecimiento de acacia (*Acacia melanoxylon* R.Br.) en asocio con tres variedades de pastos. Se realizó en la provincia del Cachi, catón Tulcán, parroquia El Carmelo, sector Cartagena (2995 msnm), en la zona de vida bosque siempre verde montano alto del norte y centro de la cordillera de los Andes. El ensayo se efectuó en una superficie de 3000 m<sup>2</sup>, con una pendiente del 4%; las características edafoclimáticas presentes fueron: Precipitación 2000 mm, textura del suelo arenoso-arcilloso, con un pH 5,51. Se estudiaron tres tratamientos: acacia más raigrás (A+R), acacia más avena (A+A), y acacia más trébol (A+T). Se empleó el Diseño Irrestricto al Azar (DIA), con parcelas de 30 m<sup>2</sup> y cuatro repeticiones. Como variables en *Acacia melanoxylon* se evaluaron: altura total, diámetro basal, forma del tallo, diámetro de copa, y estado fitosanitario, cada tres meses; la fijación de nitrógeno se determinó al inicio y al final de la investigación. La producción de forraje se determinó en cada ciclo de corta; mientras, la interacción entre árbol y pastos se evaluó al final del estudio. Concluida la investigación se obtuvo valores no significativos al 95% de probabilidad estadística ( $p > 0,05$ ) para las variables forestales. Realizada la comparación respecto de la fijación de nitrógeno en el suelo se determinó que este macronutriente se mantuvo estable en todos los tratamientos, con un parámetro de ponderación alto ( $>31\%$ ). La mayor producción de forraje se obtuvo en el tratamiento (A+T) con 69 328,70 kg/ha, y un valor de proteína de 22,50%. El mayor contenido de fibra se registró en el tratamiento (A+A) con 27,47%. En lo referente a la interacción entre árbol y pastos se registró valores no significativos a su correspondiente tabular 95% de probabilidad estadística, por lo que se concluye que no existe afectación de sombra causada por la especie *Acacia melanoxylon* en el crecimiento de los pastos.

## SUMMARY

Deforestation at the level of the Andean Region of Ecuador had an averaged of 35 736 ha/year during the period of 2000-2008 (Environmental Ministry of Ecuador [MAE], 2012), this is due to the expansion of agriculture and livestock. Also, taking into account the aforementioned problems, the present investigation that has as a main goal is to evaluate the growth of acacia (*Acacia melanoxylon*) in association with three varieties of pasture which it was carried out in the province of Cachi, canton Tulcán, parish El Carmelo, Cartagena sector (2995 masl), living area zone always green, high montane forest of the north and center of the Andean mountain range. The test was carried out on a surface of 3000 m<sup>2</sup>, with a slope of 4%, the edaphoclimatic characteristics were the following: Precipitation 2000 mm, texture of the sandy loam soil, with a pH of 5.51. Three treatments were studied: acacia plus ryegrass (A+R), acacia plus oats (A+A), and acacia plus clover (A+T). The Unrestricted Random Design (DIA) was used, with plots of 30 m<sup>2</sup> and four replications. The evaluated variables were: total height, basal diameter, shape, cup diameter, and phytosanitary status, which they were measured every three months. Nitrogen fixation was measured at the beginning and at the end of the investigation; Forage variables were determined at each cutting cycle; the interaction between tree and pasture was evaluated at the end of the study. At the end of the investigation, non-significant values ( $p > 0.05$ ) were obtained for the forest variables. When comparing soil chemical analyzes, it was determined that nitrogen was remained stable in all treatments with a high weighting parameter ( $>31\%$ ). The highest forage yield was obtained in the

treatment (A+T) with 69 328.70 kg / ha, and a protein value of 22,50%. The highest fiber content was recorded in the treatment (A+A) with 27, 47%. In relation to the interaction between the trees and the pasture, there were not any significant values for its corresponding tabular 95% statistical probability, so it is concluded that there is no shadow involvement caused by the species *Acacia melanoxylon* in pasture growth.

## INTRODUCCIÓN

La degradación de los recursos naturales en la región andina del Ecuador es un problema alarmante. Entre sus causas se encuentran la expansión agrícola, sobrepastoreo, malas prácticas agrícolas y quema de vegetación o tala del bosque (Páez, Palomeque y Parra, 2008).

La aplicación de prácticas productivas sin criterios de protección, contribuyen a tener ecosistemas con una escasa cobertura arbórea y suelos desprotegidos, lo que hace a estas áreas susceptibles a procesos de erosión.

En la búsqueda de mitigar los efectos antes mencionados se recomienda implementar sistemas agroforestales de producción sostenible en el aspecto biológico y económico. Para ello se utiliza las técnicas y prácticas que mejoran los agroecosistemas.

Esta alternativa de producción involucra la presencia de árboles, pastos, animales y suelo, que forman un sistema productivo integrado y son considerados una de las principales tecnologías para garantizar la sostenibilidad de la producción, protección del suelo contra la erosión e incorporación de materia orgánica para mejorar la fertilidad del mismo (Palomeque, 2009).

Este sistema fue establecido en la provincia del Carchi, cantón Tulcán, parroquia “El Carmelo” por Cuasquer M, (2016). Investigación que es continuación del crecimiento inicial de acacia donde se determinó el mejor tratamiento en relación al crecimiento, producción de biomasa aérea y la fijación de nitrógeno. Dada la importancia de la investigación se continuó evaluando el sistema silvopastoril por un período de nueve meses.

El presente estudio evaluó el crecimiento de la especie forestal acacia (*Acacia melanoxylon*) en asocio con tres variedades de pasto: Raigrás (*Lolium multiflorum*), avena (*Avena sativa*), y trébol blanco (*Trifolium repens*), cuantificó la producción de forraje, la cantidad de nitrógeno incorporado al suelo por acacia y la interacción entre árbol y pastos, para determinar si éste sistema silvopastoril contribuye a mejorar la fertilidad del suelo, y por ende el rendimiento del forraje; convirtiéndose éste en una

alternativa de producción para el sector ganadero de la Parroquia.

## OBJETIVOS

### General

- Evaluar el crecimiento de acacia en asocio con tres variedades de pastos.

### Específicos

- Determinar el crecimiento en altura total, diámetro basal, forma, diámetro de copa y el estado fitosanitario de la especie.
- Evaluar la producción de forraje de: raigrás, avena, y trébol blanco.
- Determinar la cantidad de nitrógeno incorporada al suelo por acacia.
- Evaluar la interacción entre árbol y pastos.

## LOCALIZACIÓN

El presente estudio se realizó en la propiedad del señor Heriberto Cuasquer, ubicada en la provincia del Carchi; cantón Tulcán; parroquia El Carmelo; sector Cartagena, entre las coordenadas 1° 52' N y 77° 37' W; altitud 2995 m s. n. m; precipitación promedio anual 2000 mm

## METODOLOGÍA

La investigación es seguimiento al ensayo establecido por Cuasquer M (2016), en el periodo entre agosto 2014 y agosto 2015. Se efectuó en un área de 3000 m<sup>2</sup>, que comprende parcelas de 30 m<sup>2</sup>, cuatro repeticiones por tratamiento; la densidad de plantación fue de 4 m. Los tratamientos instalados fueron: Acacia más raigrás (A+R), Acacia más avena (A+A), Acacia más trébol blanco (A+T).

Se utilizó las mismas parcelas establecidas por el autor citado, las cuales fueron intervenidas para realizar una nueva siembra de pastos, en razón que los anteriores se encontraban degradados. Para evitar daños de animales o

personas se instaló un cerco eléctrico en el perímetro del área en estudio

### VARIABLES EVALUAR

**Altura total:** Para la medición se empleó una regla graduada en centímetros, tomando como base una estaca establecida a nivel del suelo, hasta el ápice vegetativo.

**Diámetro basal:** Se midió con un calibrador a una altura de 5 cm del cuello de la planta.

**Forma del tallo:** Se evaluó en relación a la escala que se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.** Clasificación de la forma del fuste

Clasificación	Ponderación
Recto	3
Torcido	2
Bifurcado	1

**Diámetro de copa:** Se usó un flexómetro, tomando dos mediciones de la proyección de la copa en sentido paralelo y calculando el diámetro promedio, para determinar en incremento trimestral de la copa de los árboles.

**Estado fitosanitario:** Se determinó en relación a la siguiente escala presentada en la tabla 2.

**Tabla 2.** Clasificación del estado fitosanitario

Clasificación	Ponderación
<b>Excelente:</b> sin lesiones de plagas y enfermedades	4
<b>Bueno:</b> lesiones en un 25% del área foliar	3
<b>Regular:</b> lesiones en un 50% del área foliar	2
<b>Malo:</b> lesiones en un 75% del área foliar	1

**Producción de forraje:** Para la evaluación de producción de forraje se usó un marco metálico de 30 x 30 cm, que fue lanzado al azar en cada unidad experimental con tres repeticiones, luego se recolectó el pasto que se encuentra dentro del área del marco, para posteriormente ser pesado y determinar la producción por cada

tratamiento. La producción de forraje se extrapó a kg/ha.

**Fijación de nitrógeno:** Se determinó en relación a parámetros de comparación entre los análisis de suelo realizados al inicio y final de la investigación, se recolectaron dos tipos de muestras, una en área despejada y la segunda cerca al árbol a un distanciamiento de 20 cm del tallo de la planta; por cada repetición se tomó una pequeña muestra a una profundidad de 20 cm, estas fueron mezcladas para obtener una muestra representativa de 1 kg. La misma que fue enviada al laboratorio de suelos, foliares y aguas (acreditado) de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del AGRO (AGROCALIDAD), perteneciente al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). Ubicado en la parroquia Tumbaco, cantón Quito.

**Interacción entre árbol y pastos:** Para determinar la interacción se realizó un análisis de correlación y regresión entre las variables diámetro de copa y producción de forraje, las muestras de pastos se recolectaron bajo el árbol y en área despejada las mismas que fueron pesadas en estado verde y seco. Para el secado se utilizó una estufa a una temperatura de 100 °C durante 24 horas.

Para reforzar este objetivo se realizó análisis bromatológicos de las especies forrajeras, las muestras se recolectaron bajo del árbol y fuera de él, en cada repetición para obtener una muestra representativa de 500 gr, las mismas que fueron enviadas al laboratorio de bromatología y microbiología de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del AGRO (AGROCALIDAD), perteneciente al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). Ubicado en la parroquia Tumbaco, cantón Quito.

**Diseño experimental:** Se aplicó el Diseño Irrestrito al Azar (DIA) (Aguirre y Vizcaíno, 2010), los valores de las variables forestales y forrajeras fueron comparados en función de la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad estadística.

## RESULTADOS

### Incremento en altura

Los valores obtenidos al final de la investigación indican que el mayor incremento en altura total se registró en el tratamiento (A+R) con 1,35 m; seguido por el tratamiento

(A+T) con 1,29 m; y por último el tratamiento (A+A) con 1,10 m.

#### Incremento en diámetro basal

Concluida la investigación para la variable diámetro de copa, se registró el mayor incremento en el tratamiento (A+T) con un valor de 2,20 cm, seguido del tratamiento (A+R) de 2,01 cm y del tratamiento (A+A) con 1,65 cm.

#### Forma del fuste

Los resultados obtenidos al cabo de nueve meses de investigación se registraron valores semejantes entre los tratamientos (A+T) y (A+A), como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3.** Resultados de la forma del fuste

Tratamiento	Recto %	Torcido %	Bifurcado %
A+A	97,78	2,22	0
A+T	100	0	0
A+R	91,67	8,33	0

#### Incremento en diámetro de copa

El mayor incremento para la variable diámetro de copa se registró en el tratamiento (A+R) con un valor de 52,56 cm, seguido del tratamiento (A+T) con 51,28 cm y del tratamiento (A+A) de 41,12 cm.

#### Estado fitosanitario

Los resultados obtenidos indican que existe el mayor porcentaje en la categoría excelente como se indican en la tabla 4.

**Tabla 4.** Resultados del estado fitosanitario

Trata	Excelente %	Bueno %	Regular %	Malo %
A+T	98,89	1,11	0	0
A+R	97,78	2,22	0	0
A+A	98,89	1,11	0	0

Al no existir diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, en las cuatro mediciones realizadas a los 12, 15, 18 y 21 meses, en las variables forestales; altura total, diámetro basal, forma, diámetro de copa y estado fitosanitario, no fue necesario realizar la prueba de Tukey.

#### Producción forrajera

Los valores obtenidos para esta variable registraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. El tratamiento (A+T) presentó una producción de 69 328,70 kg/ha; el tratamiento (A+R) con 38 587,96 kg/ha; y el tratamiento (A+A) con 32 703,71 kg/ha.

#### Fijación de nitrógeno

Los resultados de los análisis de suelo inicial y final en los tres tratamientos, indican que el nitrógeno (N) se ha mantenido estable en los tres tratamientos, de acuerdo con la tabla de interpretación de resultados, el nitrógeno se encuentra en un parámetro alto (> 31%), como se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5.** Incremento de N en el suelo por tratamiento

Tratamientos	Parámetro analizado	Unidad	Inicial (12 meses) y Final (21 meses)			
			Lejos del árbol (Área despejada)		Cerca del árbol (Distanciamiento 20 cm)	
			Inicial	Final	Inicial	Final
A+R	Nitrógeno	%	0,40	0,38	0,37	0,32
A+A			0,43	0,37	0,48	0,49
A+T			0,39	0,35	0,40	0,37
Interpretación de resultados						
Parámetro		N (%)	Bajo	Medio	Alto	
			0 - 0,15	0,16 - 0,30	>0,31	

## Interacción entre árbol y pastos

### Análisis de correlación

Del análisis de correlación se puede observar que todos los tratamientos presentan asociación entre las variables diámetro de copa y producción de forraje, como se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6.** Correlación por tratamientos

Correlación	R	$r\alpha_{0,05}$	$r\alpha_{0,01}$
A+R	0,999	0,878	0,959
A+A	0,984	0,878	0,959
A+T	0,928	0,878	0,959

### Análisis de regresión

De los resultados obtenidos en el análisis de regresión lineal se evidenció que el tratamiento

(A+T) presentó el menor coeficiente de determinación, teniendo un valor de 0,861 como se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7.** Regresión lineal por tratamiento

Trata	R <sup>2</sup>	Ecuación
A+R	0,997	$\bar{Y} = 2,1464x - 12,699$
A+A	0,987	$\bar{Y} = 2,1091x + 18,068$
A+T	0,861	$\bar{Y} = 1,9399x + 69,912$

### Análisis bromatológicos de las especies forrajeras

Para determinar la interacción existente entre la especie forestal *Acacia melanoxylon* y las tres variedades de pastos, se tomaron tres variables como son: humedad, proteína y fibra, como se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8.** Resultado de los análisis bromatológicos

Tratamiento	Parámetros analizados	Unidad	Área despejada	Bajo el árbol
A+R	Humedad	%	83,28	77,49
	Proteína	%	13,40	12,41
	Fibra	%	18,56	26,46
A+A	Humedad	%	80,54	84,51
	Proteína	%	6,40	12,47
	Fibra	%	17,72	27,47
A+T	Humedad	%	86,39	84,80
	Proteína	%	24,03	22,50
	Fibra	%	19,27	20,04

## CONCLUSIONES

Concluida la investigación, no se registraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en las variables dasométricas; altura total, diámetro basal, forma, diámetro de copa y estado fitosanitario, pero al realizar análisis matemático, se evidenció que el tratamiento acacia más raigrás (A+R) obtuvo el mayor incremento entre los demás tratamientos, respecto a las variables altura total y diámetro de copa, con 1,32 m y 52,56 cm, respectivamente. A diferencia de la variable diámetro basal, el mayor incremento se registró en el tratamiento acacia + trébol blanco (A+T) con 2,20 cm.

En los tratamientos estudiados, al no presenciar el ataque de plagas y/o enfermedades a la especie forestal *Acacia melanoxylon*, se obtuvo porcentajes bajos en los rangos de clasificación

individuos torcidos y bifurcados de 10,55% y 0% respectivamente, sobresaliendo la clasificación recto con el 96,48%.

La producción de forraje y valor nutritivo más significativa en los tres ciclos de corta, se registró en el tratamiento acacia más trébol blanco (A+T) con 69 328,00 kg/ha, y 22,50% de proteína cruda, lo que indica una mejor producción y calidad de pasto.

Respecto al incremento de nitrógeno en el suelo, por efecto de la especie forestal, al realizar la comparación de análisis de suelo iniciales y finales, no se registró incremento sobre esta variable, manteniéndose estable, en nivel alto, mayor a 31%.

Al no registrarse interacciones entre las variables diámetro de copa y producción de forraje, se puede concluir que la especie forestal *Acacia melanoxylon* a esta edad, aún no presenta efectos de sombra sobre las variedades de pastos.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar evaluando el sistema silvopastoril con la especie *Acacia melanoxylon* con el mismo arreglo de repeticiones y tratamientos para determinar el comportamiento del sistema silvopastoril con el transcurso del tiempo.

A los productores pecuarios se sugiere cortar los pastos, manualmente o utilizando motoguadaña, en razón que la especie forestal es comestible forrajera en su estado tierno para el ganado.

Se recomienda a los ganaderos de la zona a establecer sistemas silvopastoriles asociados con acacia + trébol blanco, en razón que esta práctica agroforestal mantiene una producción de forraje mayor y de buena calidad.

Los sistemas se establezcan en suelos con buen drenaje y utilizar plantas de vivero con información de procedencia para no tener heterogeneidad en el crecimiento.

## REFERENCIAS

- Aguirre , C., & Vizcaíno , M. (2010). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*. Ibarra: Editorial Universitaria.
- Cuasquer, M. (2016). *DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE ACACIA (Acacia melanoxylon R.BR.), EN ASOCIO CON TRES TIPOS DE PASTO, EN LA PARROQUÍA EL CARMELO, PROVINCIA DEL CARCHI*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador). (2012). *Línea Base de Deforestación del Ecuador continental*. Quito, Ecuador.
- Páez, C., Geovanny , P., Parra, R., Quiroga, D., Rodríguez, A., Rojas, W., y otros. (2008). *GEO Ecuador 2008: informe*

*sobre el estado del medio ambiente*. Quito-Ecuador: Libri Mundi.

- Palomeque, E. (2009). *Sistemas Agroforestales*. Obtenido de <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/sistemas-agroforestales.pdf?iv=20>