

RESPUESTA AGRONÓMICA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE *CLITORIA TERNATEA* L. EN EL SUBTRÓPICO.

AGRONOMIC RESPONSE AND CHEMICAL COMPOSITION OF *CLITORIA TERNATEA* L. IN THE SUBTROPICS.

Ramón Klever Macías-Pettao¹, Cristian Santiago Tapia Ramírez¹; Roger Alexander Pincay-Ganchozo¹, Guido Rodolfo Álvarez Perdomo²

¹Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Maná. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales Carrera Agronomía Av. Los Almendros y Pujilí, Edificio Universitario, La Maná, Ecuador.

²Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Pecuarias Quevedo, Ecuador.

ramon.macias@utc.edu.ec

RESUMEN

En los trópicos ecuatorianos hay especies que sus características productivas y su valor nutritivo en base a la alimentación animal no se encuentra documentado. El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta agronómica y composición química de *Clitoria ternatea* L. en el subtrópico. Los estados fenológicos fueron los tratamientos; 75, 90, y 105 días. Las variables morfo-métricas que se evaluaron fueron; Longitud, peso y nódulos de las raíces, altura de planta, número de ramas secundarias, número de flores y vainas. Para la comparación de los promedios se empleó la prueba Tukey con probabilidad al 5% ($p < 0,05$). Se determinó la composición química del forraje por la AOAC. Se evaluó la composición microbiológica de la rizósfera en todas las edades que consistió en el cultivo y conteo de las poblaciones. La mayor elongación o/y volumen celular de la raíz se obtuvo a los 90 días. A medida que avanzaba la edad, la planta aumento el crecimiento, la elaboración de flores y vainas, recayendo los mayores valores a los 105 días respectivamente. Las condiciones edafoclimáticas subtropicales benefician el desarrollo fenológico de *Clitoria ternatea* y favorecen la composición química del forraje. El mayor porcentaje de proteína se obtuvo a los 75 días del rebrote. Los aerobios totales presentan unidades logarítmicas más altas, poseen mayor adaptabilidad a los factores bióticos y abióticos.

Palabras clave: Pared celular, Elongación celular, *Clitoria*.

ABSTRACT

In the Ecuadorian tropics there are species whose productive characteristics and nutritional value based on animal feed have not been documented. The objective of the present study was to evaluate the agronomic response and chemical composition of *Clitoria ternatea* L. in the subtropics. The phenological states were the treatments; 75, 90, and 105 days. The morpho-metric variables that were evaluated were; Length, weight and nodules of the roots, plant height, number of secondary branches, number of flowers and pods. For the comparison of the averages, the Tukey test with 5% probability ($p < 0.05$) was used. The chemical composition of the forage was determined by the AOAC. The microbiological composition of the rhizosphere was evaluated at all ages, which consisted of the culture and counting of the populations. The highest elongation or / and cell volume of the root was obtained at 90 days. As age advanced, the plant increased its growth, the production of flowers and pods, with the highest values falling at 105 days respectively. The subtropical edaphoclimatic conditions benefit the phenological development of *Clitoria ternatea* and favor the chemical composition of the forage. The highest percentage of protein was obtained 75 days after regrowth. The total aerobes present higher logarithmic units, they will have greater adaptability to biotic and abiotic factors.

Keywords: Cell wall, Cell elongation, *Clitoria*.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción agropecuarios en el trópico y subtrópico ecuatoriano se manejan en base a técnicas

tradicionales y prácticas irregulares, utilizan solo dos tipos de pasto, el gramalote (*Axonopus scoparius*) y la saboya (*Panicum maximum*) con pastoreo controlado (Velasco 2017). En ocasiones se aplican tecnologías agroquímicas

para potencializar la productividad de las gramíneas forrajeras. Sin embargo, en los últimos años el uso de estas tecnologías se ha convertido en una problemática ambiental (Muñoz-Espinoza *et al.*, 2016). Lo que incentiva a buscar nuevas tecnologías que sean amigables con el medio ambiente para frenar esta problemática (Artieda-Rojas *et al.*, 2019). Por tanto, se ha visto interés en las leguminosas por sus características que son la de incorporar nitrógeno en suelos agrícolas y utilizadas como suplemento alimenticio para animales (Castro-Rincon *et al.*, 2018). El uso de estas especies vegetales disminuye el uso de fertilizantes nitrogenados, lo que conlleva a contrarrestar las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, en los trópicos ecuatorianos hay especies de esta familia que sus características productivas y su valor nutritivo en base a la alimentación animal no se encuentra documentado como es el caso de *Clitoria ternatea*.

Teniendo en cuenta a lo anterior, en la presente investigación se planteó como objetivo evaluar la respuesta agronómica y composición química de *Clitoria ternatea* L. en el subtrópico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área situada donde se realizó el presente estudio fue la del Centro Experimental "La Playita", perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, provincia de Cotopaxi, Ecuador, situada geográficamente en la Latitud S0° 56' 27" y Longitud W 79° 13' 25". A una altura de 179 msnm.

La localidad presenta un clima subtropical húmedo con precipitaciones de 3.270,4 mm/año, temperatura media de 23,1 °C, humedad relativa de 83 %. El suelo del sitio experimental es clasificado como franco arenoso con topografía plana.

Para dar inicio a la investigación se procedió a llenar fundas de 45 kg al 100% de su capacidad con suelo común del centro experimental. Previo a esto se procedió a realizar un análisis físico-químico del suelo. Para la extracción de las muestras se aplicó el método descrito por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2016); donde se extrajeron submuestras en forma de zigzag a 0,20 m de profundidad, cada submuestra tenía 1,0 kg de suelo, las cuales fueron enviadas al Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Aguas, del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Tropical "Pichilingue" (INIAP-Pichilingue), Ecuador, (Tabla 1). Los análisis físicos-químicos que se realizaron en el suelo, fueron; materia orgánica (%) que se determinó usando el método de Walkley y Black. Para determinar la cantidad de macro y micronutrientes se empleó la técnica de Olsen Modificado. El pH se calculó por el método

electroquímico. La textura del suelo se determinó empleando el método mecánico.

Tabla 1. Análisis de suelo

Parámetros	Valor	Interpretación
pH	5,80	Media ácido
M.O %	3,90	Medio
NH ₄ ppm	16,00	Bajo
P ppm	14,00	Medio
K meq/100 g	0,29	Medio
Ca meq /100 g	5,00	Medio
Mg meq/100 g	1,20	Medio
S ppm	4,00	Bajo
Zn ppm	0,90	Bajo
Cu ppm	2,60	Medio
Fe ppm	48,00	Alto
Mn ppm	2,8,00	Bajo
Boro ppm	0,22	Bajo
Ca/Mg	4,10	
Mg/K	4,14	
Ca+Mg/K	21,38	
Textura (%)		
Arena	65,00	
Limo	31,00	
Arcilla	4,00	
Clase Textural	Franco- Arenoso	

El material vegetal se obtuvo de semillas de *Clitoria ternatea* que se almacenan en el banco de germoplasma, el cual pertenece a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus La Maná. Se sembraron en bandejas de emergencias llenadas con suelo común del campo experimental, se colocó una por orificio en cavidades de 5 mm, en el centro del agujero de la bandeja.

Después de los 30 días se trasplantaron a las fundas, donde se distribuyeron cuatro unidades experimentales en cada repetición por tratamiento. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA); cinco tratamientos por cuatro repeticiones. Los estados fenológicos fueron los tratamientos; 45, 60, 75, 90 y 105 días. Después del trasplante se realizaron labores culturales; cada 4 días control de plantas no deseadas (malezas) de forma manual, riego diario e inspecciones fitosanitarias quincenales. Las variables morfo-métricas que se evaluaron fueron; Longitud, peso y nódulos de la raíz, altura de planta, número de ramas secundarias, número de flores y vainas. Para la comparación de los promedios se empleó la prueba Tukey con probabilidad al 5%. Los análisis estadísticos se efectuaron con el programa Statistica v. 10.0 para Windows (StatSoft, 2011). Se determinó la composición química del forraje propuesto por AOAC (2016); a los 45 y 105 días.

El análisis microbiológico de la rizósfera en las diferentes etapas fenológicas se lo efectuó en el Laboratorio de Análisis Químico Agropecuario (AGROLAB), Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, los métodos empleados fueron; agar nutritivo para hongos-levaduras, y placas Petrifilm AC en aerobios totales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **Figura 1A**, se muestra la longitud de raíz en diferentes edades de rebrote, donde se evidencia que, a través del aumento de la edad del rebrote las plantas incrementaban su sistema radicular. Estudios realizados por Suarez *et al.* (2012) sobre las características morfoagronómicas de dos genotipos de *C. ternatea*; azul y blanco, en condiciones de trópico húmedo seco, evidenciaron que el incremento del volumen morfo-anatómico de las plantas, está relacionado entre genotipo, edad y factores ambientales. Mientras tanto, Amaral y Haag (1986) evaluaron la nutrición mineral de leguminosas y síntomas de las deficiencias de macronutrientes y boro (B) en *C. ternatea*, donde evidenciaron que el calcio (Ca) es esencial para el desarrollo del sistema radicular y la deficiencia de potasio (K) limita la producción de *C. ternatea*. En este sentido, Kopitcka *et al.* (2019) indican que las condiciones del suelo pueden conducir a diferencias en las estructuras morfoagronómicas de la planta y composición

fitoquímica del tejido. Sobre las bases de las consideraciones anteriores, se puede indicar que las características físicas-químicas del suelo donde se realizó el presente estudio, son condiciones edáficas que promueven eficientemente el crecimiento morfo-anatómico de *C. ternatea*.

A los 75 días se presentó un efecto transitorio donde fue afectado el peso de raíz (**figura 1B**). La disminución del volumen celular en esta edad, se debe a que los fotoasimilados que se elaboraron en tejidos fotosintetizadores o los que se encontraron almacenados en sumideros reversibles como raíces y hojas jóvenes, fueron traslocados por el floema hacia ciertas partes de la planta para poder llevar a cabo la fase reproductiva; elaboración de flores, frutos y semillas (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

Sobre el estudio realizado en los nódulos de raíz. En la **Figura 1C** se evidencia que a los 90 días se presentó la mayor cantidad de nódulo. Esto se lo atribuye que en la edad anteriormente mencionada las plantas sintetizaron la mayor cantidad de fotosintatos, traslocados por el floema, hacia el sistema radicular; generando la mayor elongación o/y volumen celular (**Figura 1A y 1B**), un ambiente más favorable en las interacciones bacteria-leguminosa, activando la mayor expresión de genes nod, lo cual favoreció el aumento y desarrollo de los nódulos (Lara-Capistrán *et al.*, 2019).

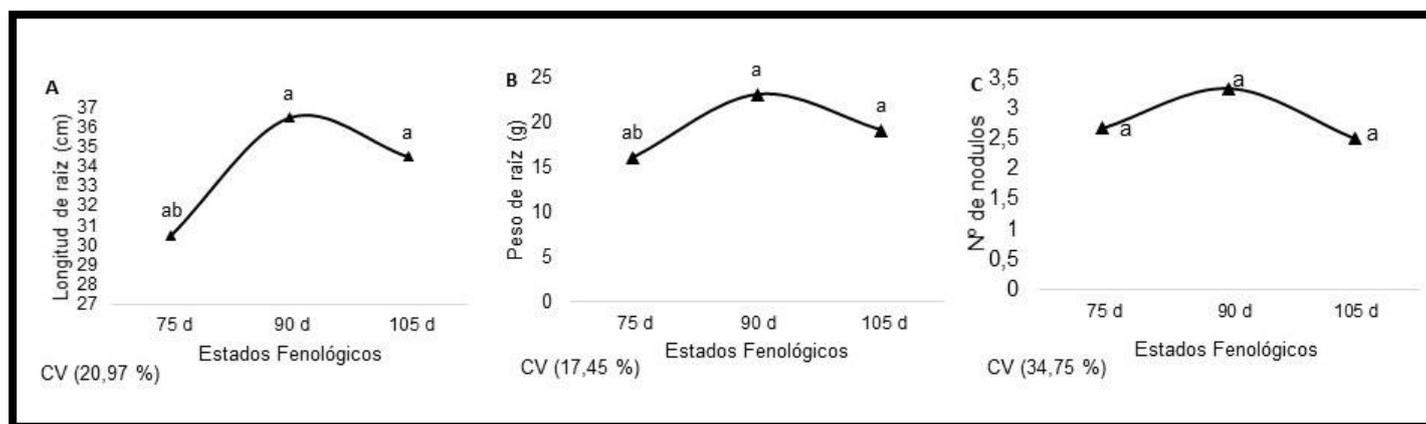


Figura 1. Aspectos morfofisiológicos de la raíz de *Clitoria ternatea* en diferentes estados de madurez (A) longitud de raíz (B) peso de raíz y (C) nódulos de raíz. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$)

En la **Figura 2A** se muestra la altura de planta, donde se evidencia que, a los 105 días de rebrote se obtuvo la mayor altura, con valores de 155,14 cm respectivamente. En el centro occidente de México (Elizarrarás-Lozano *et al.*, 2009) y en el noreste de Brasil (Teixeira *et al.*, 2010) se han obtenido resultados inferiores a los de nuestros estudios. Al respecto, las condiciones climáticas donde se llevaron a cabo los presentes estudios son condiciones

que promueve eficientemente el crecimiento y desarrollo vegetativo de plantas de *Clitoria ternatea*.

A los 75 días las plantas obtuvieron el mayor número de ramas secundarias (**Figura 2B**). Mientras que, a los 90 y 105 días se obtuvo el mayor número de flores y vainas (**Figura 2C y 2D**). Esto pudo atribuirse que en etapas antes de la primera evaluación la mayor parte de fotoasimilados se translocaron hacia tejidos meristemáticos o yemas laterales para la formación de nuevas ramas, mientras

tanto a los 90 y 105 días las plantas generaron una mayor expresión de diferenciación celular hacia la fase reproductiva, aumentando la elaboración de flores y vainas (Azcón y Bieto, 2008). Una respuesta similar obtuvo Suarez *et al.* (2012) en los genotipos azul y blanco, también cabe recalcar que estos autores reportaron resultados superiores a los nuestros. Al respecto, estos autores realizaron protocolo de fertilización con estiércol

de bovino en la relación a nuestro estudio que no se fertilizó ni antes del trasplante y en ningún estado fenológico de la planta. En este sentido, Jamil *et al.* (2018) indican que la productividad de *C. ternatea* en base a legumbres, semillas y materia seca llegan a variar entre épocas del año, genotipos, manejo agronómico, condiciones de clima y suelo, factores que interactúan e influyen.

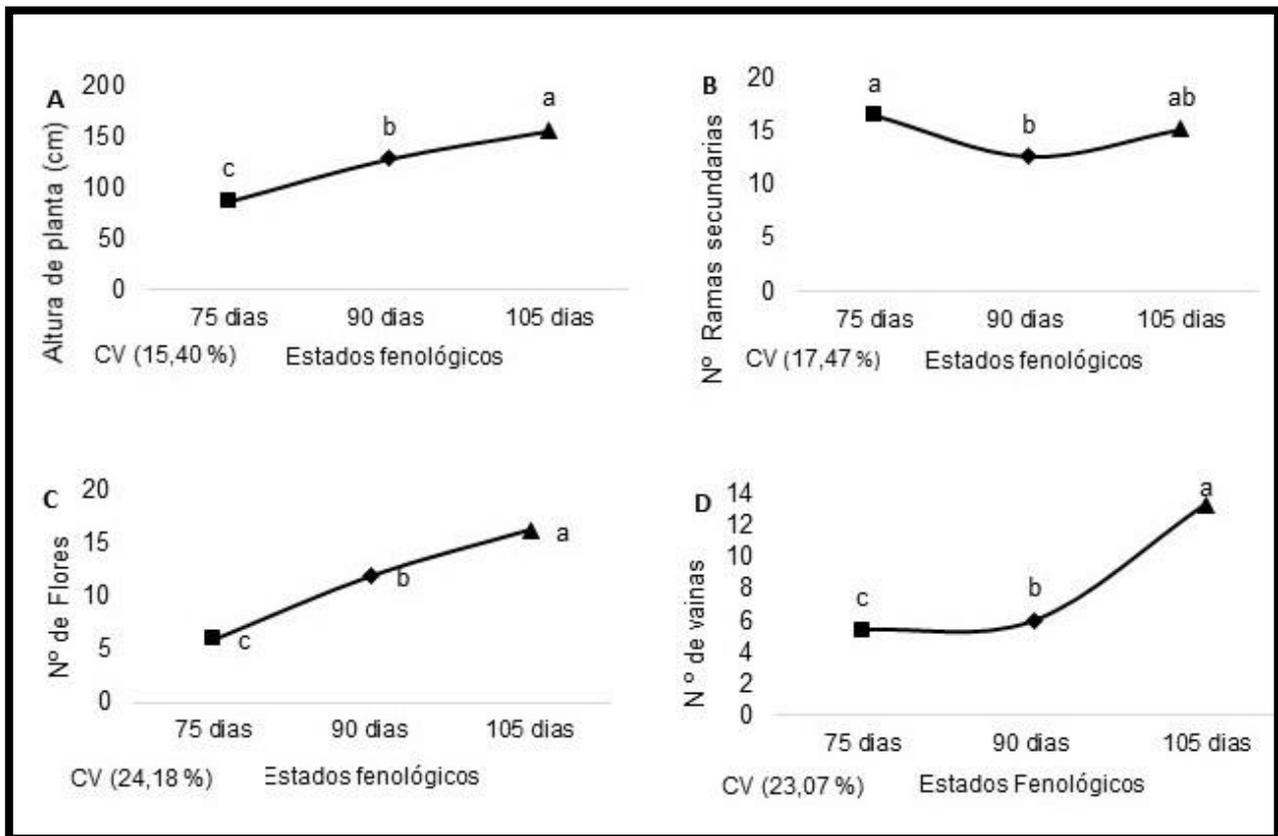


Figura 2. Aspectos morfofisiológicos de la parte aérea de plantas de *Clitoria ternatea* en diferentes estados de madurez (A) altura de planta (B) número de ramas secundarias (C) número de flores (D) número de vainas. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$).

El análisis microbiológico en la rizósfera en diferentes estados de madurez (Tabla 2), se refleja las poblaciones más altas en hongos-levaduras a los 75 días de rebrote. Para aerobios totales a los 90 y 105 días de rebrote. En general, a partir de los 75 días de rebrote las poblaciones de hongos-levaduras estuvieron afectada en relación a la población de aerobios totales que presentó un efecto opuesto. Al respecto, la población de microorganismos en la rizósfera está estrechamente relacionado por las interrelaciones antagónicas o sinérgicas, por ejemplo; *Trichoderma spp* produce compuestos antifúngicos, que inhiben la colonización radicular por parte de los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA), y en sentido opuesto, exudados del micelio de los HMA pueden estimular la proliferación de bacterias como *Pseudomonas spp* (Cano, 2011). Sin embargo, Luna *et al.* (2015) al evaluar la composición química y microbiológica

de *Pueraria phaseoloides* y de *C. ternatea* en diferentes edades de rebrote, reportan; que las densidades poblacionales de los microorganismos aumentan al incrementar la edad de rebrote específicamente en *C. ternatea*. Resultados diferentes a los del presente trabajo, lo cual se le atribuye a que estos autores realizaron muestreo en las raíces de las plantas, en relación al presente estudio que se hizo análisis microbiológico de la rizósfera. En este sentido, (Rueda-Puente *et al.*, 2015) los tejidos internos de la planta favorecen un ambiente más uniforme y protector, comparado con la rizósfera donde progresivamente se presentan relaciones antagónicas, competencia por espacios y nutrientes.

Tabla 2. Análisis microbiológico en la rizósfera de *Clitoria ternatea* sobre diferentes estados de madurez.

Tratamientos	Hongos- Levaduras (UFC)	Aerobios totales (UFC)
<i>Clitoria ternatea</i> 75 días	6,33 x 10 ⁵	5,80 x 10 ⁵
<i>Clitoria ternatea</i> 90 días	4,53 x 10 ⁵	9,19 x 10 ⁵
<i>Clitoria ternatea</i> 105 días	3,31 x 10 ⁵	6,92 x 10 ⁷

En la **Tabla 3** se puede observar una disminución en la proteína y aumento de la fibra en las diferentes etapas fenológicas; esto pudo estar relacionado con el incremento del volumen celular del tallo, cual tiene un mayor porcentaje de pectinas, lignina y hemicelulosa, esto induce pérdida en la composición proteica del forraje (Romero *et al.*, 2013). Por otro lado, el porcentaje de proteína es superior a los reportados por Juma *et al.* (2006); Luna *et al.* (2015) y Roncallo *et al.* (2012). Incluso mayores a las de especies de arbóreas y arbustivas recomendadas como alternativa alimenticia para la ganadería vacuna en el trópico (Luna *et al.*, 2016). Respecto a términos relacionado a la composición bromatológica los resultados obtenidos en el presente estudio son relevantes en comparación con otras especies herbáceas, arbóreas y arbustivas.

Tabla 3. Composición química de *Clitoria ternatea* en diferentes estados de madurez

Parámetros	Estados de madurez		
	75 días	90 días	105 días
Humedad (%)	81,80	77,94	65,85
Proteína (%)	26,18	22,17	20,62
Ext. Etéreo (%)	5,21	4,92	4,99
Ceniza (%)	10,02	8,06	9,02
Fibra (%)	25,16	29,62	32,01
(E.L.N.N) (%)	33,43	35,23	33,36

CONCLUSIÓN

Las condiciones edafoclimáticas subtropicales benefician el desarrollo fenológico de *Clitoria ternatea* y favorecen la composición química del forraje. El mayor contenido proteico se obtiene a los 75 días del rebrote. Sin embargo, a través del lapso de las etapas fenológicas el contenido proteico disminuye. No obstante, se mantiene una tendencia de valores altos. La rizósfera de *Clitoria ternatea* es biológicamente activa presenta relaciones antagónicas y sinérgicas, los aerobios totales presentan

unidades logarítmicas más altas, poseen mayor adaptabilidad a los factores bióticos y abióticos.

BIBLIOGRAFIA

- Amaral, W., y H. Haag. 1986. Nutrição mineral de leguminosas: V sintomas de deficiências de macronutrientes e de boro em *Clitoria ternatea* L. Anais Da Escola Superior De Agricultura Luiz De Queiroz. 43(2): 295-317.
- Artieda-Rojas, J., R. Mera-Andrade., M. Muñoz-Espinoza., J. Iraola., M. Barros-Rodríguez., R. Zarabia-Calero., V. Vega., y Fernández, A. 2019. El cuadro de mando integral para el desarrollo de sistemas agropecuarios sustentables: revisión breve. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 22: 827-832.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th Ed. Rockville, MD, USA. 771p.
- Azcón-Bieto, J. y M. Talón. 2008. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Segunda Edición. Interamericana-McGraw-Hill. Madrid. 655p.
- Cano, A. M. 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp y *Pseudomonas* spp Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica. 14(2): 15 – 31.
- Elizarrarás-Lozano, S., J. C. Serratos-Arévalo., E. López-Alcocer., y L. Román-Miranda. 2009. La aplicación de ácidos húmicos sobre características productivas de *Clitoria ternatea* L. en la región Centro-Occidente de México. Avances en Investigación Agropecuaria. 13(3):11-16.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2016. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Departamento Nacional de Manejo de Suelos y Aguas. Muestreo de suelos. Pegable N°. 431 Mocache, Ecuador. 2p. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3525>. Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2020.
- Juma, H.K., S. A. Abdulrazak., R. W. Muinga., y M. K. Ambula. 2006. Efecto de la suplementación de rastrojo de maíz con clitoria, gliricidia y mucuna en el comportamiento de vacas jersey lactantes en Kenia. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 6(1): 1-7.
- Kopittke, P. M., N. W. Menzies., P. Wang., B. A. McKenna., y E. Lombic. 2019. Soil and the intensification of agriculture for global food security. Environ. Int. 132: 1-8.
- Lara-Capistrán L., L. G. Hernández-Montiel., J. J. Reyes-Pérez., P. Preciado Range., y R. Zulueta-Rodríguez. 2019. Respuesta agronómica de *Phaseolus vulgaris* a la biofertilización en campo. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 10(5): 1035-1046.

- Luna Murillo, R. A., R. K. Murillo Limonez., E. Chacón Marcheco., A. G. Álava Murillo., R. K. Macías Pettao., G. P. Parra Gallardo., K. P. Marín Quevedo., y J. L. Ramírez de la Ribera. 2016. Quality and microorganisms associated of four species of forages in a region in Ecuador. *Rev. Electrón. Vet.* 17(12):1-9.
- Luna Murillo, R., E. Chacón Marcheco., J. Ramírez de la Ribera., A. Espinoza coronel., J. Guevara Santana., D. M. Cedeño Troya., y K. M. López Cedeño. 2015. Evaluación del Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y la *Clitoria ternatea* en diferentes estados de madurez. *Rev. Electrón. Vet.* 16(10):1-9.
- Muñoz-Espinoza, M., J. Artieda-Rojas., S. Espinoza-Vaca., S. Curay-Quispe., M. Pérez-Salinas., O. Núñez-Torres., R. Mera-Andrade., H. Zurita-Vásquez., G. Velástegui-Espín., P. Pomboza-Tamaquiza., A. Carrasco-Silva., y M. Barros-Rodríguez. 2016. Granjas sostenibles: integración de sistemas agropecuarios. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.* 19(2):93-99.
- Roncallo, B., J. Murillo., G. Rodríguez., R. Bonilla., y M. F. Garrido. 2012. Producción de forraje y respuesta animal en suelos del valle del Cesar en proceso de recuperación. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria.* 13(1): 89-96.
- StatSoft. 2011. *Statistica.* System reference. StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA. 1098p.
- Suárez, H., W. Mercado., M. Ramírez., B. Bracho., J. Rivero., y D. E. García. 2012. Caracterización morfoagronómica y evaluación del contenido proteínico en dos genotipos de *Clitoria ternatea* L. cultivados en un sistema de espalderas. *Pastos y Forrajes.* 35(4): 365-380.
- Teixeira, V. I., J. C. B. Dubeux Jr., M. V. F. dos Santos., M. Lira Jr., de A., M. de A. Lira., y H.M.S. da Silva. 2010. Aspectos agronômicos e bromatológicos de leguminosas forrageiras no nordeste brasileiro. *Arch. Zootec.* 59(226): 245-254.
- Velasco Alulema, G, 2017. Ganadería climáticamente inteligente. Diagnóstico rural participativo del sector ganadero en las zonas de implementación del proyecto MGCI en la provincia de Napo. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). Memoria Técnica. Tena, Ecuador. 43 p. Disponible en: <http://www.ganaderiaclimaticamenteinteligente.com/documentos/Memoria%20T%C3%A9cnica%20DRP%20Napo.pdf>. Fecha de consulta 17 de noviembre de 2020.