



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SEDE IBARRA

ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS Y AMBIENTALES

“ECAA”

INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN

TEMA:

“ADAPTACIÓN DE DOS LEGUMINOSAS FORRAJERAS (*Arachis pintoi* y *Centrosema macrocarpum*) EN ASOCIACIÓN CON GRAMÍNEAS, MEDIANTE DOS MÉTODOS DE SIEMBRA”

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Línea 1: Desarrollo y Sostenibilidad

Sublínea 1.2: Tecnologías Agrícolas

AUTORA: AMANDA ELIZABETH YÉPEZ SILVA

ASESORA: MSc. MARITZA MIER

IBARRA, 17 de enero del 2018

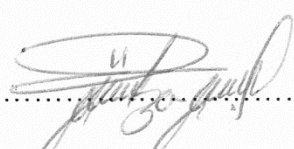


Ibarra, enero 17 del 2018

Mgs. Maritza Mier
ASESORA

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f:) 

Mgs. Maritza Mier

C.C.: 1002878286



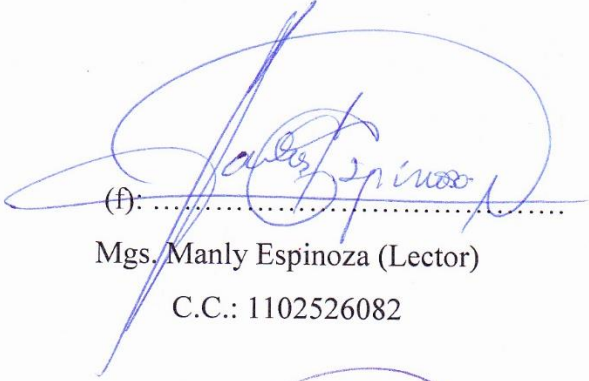
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f): 

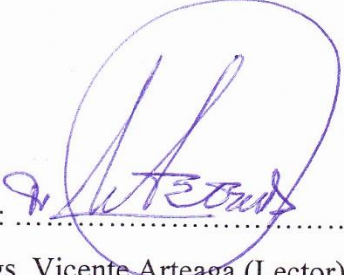
Mgs. Maritza Mier (Asesor)

C.C.: 1002878286

(f): 

Mgs. Manly Espinoza (Lector)

C.C.: 1102526082

(f): 

Mgs. Vicente Arteaga (Lector)

C.C.: 0400347647



ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo Amanda Elizabeth Yépez Silva, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 17 de enero del 2018

f): 

Amanda Elizabeth Yépez Silva

C.C.: 1003205851



AUTORÍA

Yo, Amanda Elizabeth Yépez Silva, portadora de la cédula de ciudadanía N°1003205851, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del (los) autor (es), y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

f): 

Amanda Elizabeth Yépez Silva

C.C.: 1003205851



DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

Yo: Amanda Elizabeth Yépez Silva, con CC: 100320585-1, autora del trabajo de grado titulado: “Adaptación de dos leguminosas forrajeras (*Arachis pintoi* y *Centrosema macrocarpum*) en asociación con gramíneas, mediante dos métodos de siembra”, previo a la obtención del título profesional de Ingeniera Zootecnista, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 17 de enero del 2018

(f.).....

Amanda Elizabeth Yépez Silva

C.C. 100320585-1



DEDICATORIA

A mis padres, Cosme y Rosita, por su infinito amor por mí, por su apoyo incondicional, por su ejemplo de trabajo y esfuerzo y por sus palabras de aliento que me inspiran para alcanzar mis metas.

A mis hermanas, Anita y Gaby por ser mis compañeras de vida, porque han formado conmigo una cuerda de tres hilos que no se romperá fácilmente.

A mis sobrinas, Lucía, Antonella y Amelia por ser mi alegría y la fuente que me inspira a ser mejor cada día.

A ustedes todo el esfuerzo, tiempo y dedicación invertidos en este proyecto.

Amandy.



AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque sus misericordias son nuevas cada mañana, por su gracia redentora y por renovar mis fuerzas cada día.

A la Ing. Maritza Mier mi asesora, por su guía, tiempo y esfuerzo invertido en este proyecto.

A mis lectores, Dr. Vicente Arteaga y Dr. Manly Espinoza por sus aportes a este trabajo, por su ejemplo y su amistad.

A la Ing. Anita Monroy por su tiempo, ayuda y guía en los análisis de laboratorio requeridos en esta investigación.

A mis amigos, por estar pendientes de este proyecto, por sus palabras de ánimo y por los momentos de distracción que me animaban a seguir adelante.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN	xvii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN	xx
CAPÍTULO I.....	1
1. Introducción	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Hipótesis.....	4
1.4.1 Hipótesis Nula.....	4
1.4.2 Hipótesis Alternativa	4
CAPÍTULO II	5
2. Estado del Arte.....	5
2.1 <i>Centrosema macrocarpum</i>	5
2.1.1 Origen.....	5
2.1.2 Descripción morfológica	6

2.1.3 Adaptación y desarrollo.....	6
2.1.4 Desarrollo fenológico	7
2.1.5 Plagas.....	7
2.1.6 Cosecha y producción	8
2.1.7 Valor Nutritivo	8
2.1.8 Establecimiento	10
2.1.8.1 Preparación del suelo	10
2.1.8.2 Época de siembra.....	11
2.1.8.3 Métodos de siembra.....	11
2.1.9 Siembra en asociación con gramíneas	12
2.1.9.1 Método de siembra	12
2.1.9.2 Manejo del asocio	12
2.1.9.3 Ventajas del asocio	13
2.1.9.4 Desventajas del asocio	13
2.1.10 Fertilización	14
2.2 <i>Arachis pinto</i> i	15
2.2.1 Origen.....	15
2.2.2 Descripción morfológica	16
2.2.3 Adaptación y desarrollo.....	16
2.2.4 Desarrollo fenológico	17
2.2.5 Plagas.....	18
2.2.6 Cosecha y producción	18
2.2.7 Valor Nutritivo	19
2.2.8 Establecimiento	19

2.2.8.1 Preparación del suelo	19
2.2.8.2 Época de siembra.....	20
2.2.8.3 Métodos de siembra.....	21
2.2.9 Siembra en asociación con gramíneas	21
2.2.9.1 Método de siembra	21
2.2.9.2 Manejo del asocio	22
2.2.9.3 Ventajas del asocio	23
2.2.9.4 Desventajas del asocio	24
2.2.10 Fertilización	25
CAPÍTULO III.....	26
3.1 Materiales	26
3.2 Métodos.....	27
3.2.1 Localización del área de estudio	27
3.2.2 Establecimiento de las parcelas y siembra.....	27
3.2.3 Diseño experimental.....	30
3.2.4 Variables	30
3.2.4.1 Germinación.....	30
3.2.4.2 Porcentaje de cobertura	31
3.2.4.3 Producción de materia seca	32
3.2.4.4 Proteína Cruda:	32
3.2.4.5 FDN	33
CAPÍTULO IV	34
4.1 Resultados de análisis previos a la implementación del ensayo	34
4.2 Porcentaje de Germinación	35

4.3 Porcentaje de Cobertura	39
4.4 Producción de Materia Seca (MS)	48
4.5 Proteína Cruda (PC)	56
4.6 Fibra Detergente Neutra (FDN)	60
4.7 Socialización de Resultados:	62
CAPÍTULO V	69
5.1 Conclusiones	69
5.2 Recomendaciones	71
BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características de cobertura y altura de A. pintoi a diferentes edades desde la cosecha	17
Tabla 2 Resultado del análisis inicial de suelos en el área de estudio	34
Tabla 3 Resultado del análisis bromatológico de la pastura en el área de estudio	35
Tabla 4 Análisis de varianza para el porcentaje de germinación.....	36
Tabla 5 Promedio del porcentaje de cobertura durante la época de lluvia	39
Tabla 6 Análisis de varianza para el porcentaje de cobertura en el mes de marzo.....	39
Tabla 7 Análisis de varianza para el porcentaje de cobertura en el mes de junio.....	40
Tabla 8 Porcentaje de cobertura durante la época seca.....	42
Tabla 9 Análisis de Varianza para el porcentaje de cobertura en el mes de julio.....	43
Tabla 10 Análisis de Varianza para el porcentaje de cobertura en el mes de septiembre	43
Tabla 11 Análisis de Varianza para el porcentaje de cobertura en el mes de octubre	43
Tabla 12 Producción de materia seca durante la época de lluvia.	48
Tabla 13 Análisis de varianza para la producción de materia seca en el mes de marzo.....	49
Tabla 14 Análisis de Varianza para la producción de materia seca en el mes de junio.....	49
Tabla 15 Producción de materia seca en la época de sequía.....	51
Tabla 16 Análisis de varianza para la producción de materia seca en julio	52
Tabla 17 Análisis de varianza para la producción de materia seca en septiembre	52
Tabla 18 Análisis de varianza para la producción de materia seca en octubre.....	52
Tabla 19 Aporte de Proteína Cruda (%) en la época de lluvia y sequía	57
Tabla 20 Análisis de varianza para porcentaje de proteína en la época de lluvia.....	57
Tabla 21 Análisis de varianza para porcentaje de proteína en la época de sequía.....	58
Tabla 22 Porcentaje de FDN en la época de lluvia y de sequía	60
Tabla 23 Análisis de varianza para el porcentaje de FDN en la época de lluvia	60
Tabla 24 Análisis de varianza para el porcentaje de FDN en la época de sequía.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Centrosema macrocarpum</i> en diferentes estadios.....	5
Figura 2. <i>Centrosema macrocarpum</i> en asociación con <i>B. decumbens</i>	14
Figura 3. <i>Arachis pinto</i> en diferentes estadios.....	15
Figura 4. <i>Arachis pinto</i> en asociación con <i>B. decumbens</i>	24
Figura 5. Establecimiento del ensayo.	29
Figura 6. Medición del Porcentaje de Cobertura.	31
Figura 7. Promedio de porcentaje de germinación a los 20 días después de la siembra.	36
Figura 8. Presencia de semillas duras de <i>C. macrocarpum</i>	38
Figura 9. Tukey al 5% para el porcentaje de cobertura de las leguminosas en la época de lluvia.	41
Figura 10 Promedio de porcentaje de cobertura, según el método de siembra, en la época de lluvia	42
Figura 11. Tukey al 5% para el porcentaje de cobertura de las leguminosas en la época de sequía.	45
Figura 12 Promedio del porcentaje de cobertura, según el método de siembra, para la época de sequía.	46
Figura 13. Promedio del porcentaje de cobertura de las leguminosas durante todo el ensayo.	47
Figura 14. Tukey al 5% para la producción de materia seca, según el método de siembra, en la época de lluvia.	50
Figura 15 Promedio de producción de materia seca (kg/ha) según especie de leguminosa, para la época de lluvia.	51
Figura 16 Promedio de producción de materia seca (kg/ha) según la especie de leguminosa, durante la época seca	53
Figura 17 Promedio de producción de materia seca (kg/ha), según el método de siembra, para la época de sequía	54
Figura 18. Promedio de producción de materia seca (kg/ha) de los tratamientos durante todo el ensayo.	55

Figura 19 Promedio del porcentaje de proteína cruda, según método de siembra, para la época seca.	58
Figura 20 Tukey al 5% para el porcentaje de proteína cruda, según especie de leguminosa, en la época seca	59
Figura 21. Respuesta a la primera pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.....	63
Figura 22. Respuesta a la segunda pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.....	63
Figura 23. Respuesta a la tercera pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.....	64
Figura 24. Respuesta a la cuarta pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.....	64
Figura 25. Respuesta a la quinta pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.....	65
Figura 26. Respuesta a la sexta pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.....	65
Figura 27. Respuesta a la séptima pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.....	66
Figura 28. Respuesta a la octava pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.....	66
Figura 29. Respuesta a la novena pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.....	67
Figura 30. Prueba de germinación, laboratorio PUCESI.....	87
Figura 31. Siembra en surcos mixtos.....	87
Figura 32. Siembra en surcos alternos	88
Figura 33. <i>Centrosema macrocarpum</i> dos meses después de la siembra.....	89
Figura 34. <i>Arachis pintoii</i> dos meses después de la siembra.....	90
Figura 35. Aforo de parcelas	90
Figura 36. Evaluación de porcentaje de cobertura.....	91
Figura 37. Análisis de proteína, método Kjeldahl, laboratorio PUCESI.....	91

Figura 38. Socialización de Resultados	92
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Varianza para Porcentaje de Germinación.....	81
Anexo 2. Análisis de Varianza para Porcentaje de Cobertura en el mes de marzo.....	81
Anexo 3. Análisis de Varianza para Porcentaje de Cobertura en el mes de junio.....	81
Anexo 4. Análisis de Varianza para Porcentaje de Cobertura en el mes de julio	81
Anexo 5. Análisis de Varianza para Porcentaje de Cobertura en el mes de septiembre	81
Anexo 6. Análisis de Varianza para Porcentaje de Cobertura en el mes de octubre.....	82
Anexo 7. Análisis de Varianza para Producción de Materia Seca en el mes de marzo.....	82
Anexo 8. Análisis de Varianza para Producción de Materia Seca en el mes de junio	82
Anexo 9. Análisis de Varianza para Producción de Materia Seca en el mes de julio	82
Anexo 10. Análisis de Varianza para Producción de Materia Seca en el mes de septiembre ..	82
Anexo 11. Análisis de Varianza para Producción de Materia Seca en el mes de octubre	83
Anexo 12. Análisis de Varianza para Porcentaje de Proteína Cruda en la época de lluvia.....	83
Anexo 13. Análisis de Varianza para Porcentaje de Proteína Cruda en la época seca.....	83
Anexo 14. Análisis de Varianza para Porcentaje de FDN en la época de lluvia.....	83
Anexo 15. Análisis de Varianza para Porcentaje de FDN en la época seca.....	83
Anexo 16. Resultado del análisis de FDN para la época de lluvia.	84
Anexo 17. Resultado del análisis de FDN para la época seca, laboratorio INIAP	85
Anexo 18. Lista de asistentes a la socialización del proyecto	86
Anexo 19 Fotografías	87

RESUMEN

El estudio se realizó en la parroquia de Lita, en la Hacienda “Pamplona”, cantón Ibarra, provincia de Imbabura. El objetivo fue evaluar la adaptación de dos leguminosas forrajeras, *Arachis pintoï* y *Centrosema macrocarpum*, en asociación con gramíneas, mediante dos métodos de siembra. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos fueron T1= *A. pintoï*, sembrado en surcos alternos; T2= *A. pintoï*, sembrado en surcos mixtos; T3= *C. macrocarpum*, sembrado en surcos alternos; T4= *C. macrocarpum*, sembrado en surcos mixtos. Las variables estudiadas fueron porcentaje de germinación, porcentaje de cobertura, producción de materia seca (kg/ha), proteína cruda y FDN. Para el porcentaje de germinación no se registraron diferencias significativas ($p < 0.05$) y todos los tratamientos presentaron valores inferiores al 50% (T1= 30.17%; T2= 28.68%; T3= 32.5%; T4= 34.60%). En el porcentaje de cobertura existieron diferencias altamente significativas en todas las cosechas ($p > 0.01$), siendo *A. pintoï* el que presentó los niveles de cobertura más altos durante todo el ensayo. La producción de materia seca registró diferencias significativas para las cosechas de la época de lluvia ($p > 0.05$), teniendo mayor producción los tratamientos T2 y T4, en donde la siembra se hizo en surcos mixtos. En la variable de proteína cruda existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$), siendo los tratamientos T1 y T2, en donde se encontraba *A. pintoï*, los que mayor aporte de proteína presentaron. En el aporte de FDN, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

Palabras clave: leguminosas, gramíneas, proteína, fibra, adaptación, producción.

ABSTRACT

The research was carried out in the parish of Lita, in "Pamplona" Farm, Ibarra canton, Imbabura province. The objective was to evaluate the adaptation of two forage legumes, *Arachis pinto*i and *Centrosema macrocarpum*, in association with grasses, by means of two planting methods. A completely randomized block design was used, with 4 treatments and 3 repetitions. The treatments were T1 = *A. pinto*i, planted in alternating furrows; T2 = *A. pinto*i, sown in mixed furrows; T3 = *C. macrocarpum*, planted in alternating furrows; T4 = *C. macrocarpum*, sown in mixed furrows. The variables studied were germination percentage, coverage percentage, dry matter production (kg / ha), crude protein and NDF. For the percentage of germination no significant differences were recorded ($p < 0.05$) and all the treatments presented values lower than 50% (T1 = 30.17%, T2 = 28.68%, T3 = 32.5%, T4 = 34.60%). In the percentage of coverage there were highly significant differences in all the harvests ($p > 0.01$), *A. pinto*i having the highest coverage levels during the whole trial. The production of dry matter registered significant differences for the harvests of the rainy season ($p > 0.05$), having greater production the treatments T2 and T4, where the sowing was made in mixed furrows. In the variable of crude protein there were significant differences between the treatments ($p > 0.05$), being the treatments T1 and T2, where *A. pinto*i was found, those with the highest protein contribution. In the NDF contribution, there were no significant differences between the treatments.

Key words: legumes, grasses, protein, fiber, adaptation, production.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación denominada “Adaptación de dos leguminosas forrajeras (*Arachis pinto* y *Centrosema macrocarpum*), en asociación con gramíneas, mediante dos métodos de siembra” tiene como objetivo evaluar el desarrollo y producción de estas especies en la zona de Lita, cantón Ibarra, provincia de Imbabura; en asociación con pasturas conformadas por *Brachiaria decumbens*, realizando la siembra en surcos mixtos y surcos alternos. Esta evaluación se realizó a través del análisis de las variables: porcentaje de germinación, porcentaje de cobertura, producción de materia seca, aporte de proteína cruda y contenido de fibra detergente neutra.

Al determinar la adaptabilidad de estas especies de leguminosas se podrá implementar una mezcla forrajera de mejor calidad que supla los requerimientos nutricionales del ganado bovino de la zona y haga de la explotación bovina una actividad pecuaria de mayores rendimientos económicos.

La investigación consta de cinco capítulos. En el Primer Capítulo se detallan las generalidades de esta investigación, la justificación y los objetivos planteados. En el Segundo Capítulo se describe el marco teórico el cual refleja la información más relevante acerca de las leguminosas forrajeras que se encuentran en estudio. Se detalla su origen, morfología, susceptibilidad a plagas y enfermedades, valor nutritivo, siembra en asociación, etc. En el Tercer Capítulo se establecen los materiales y la metodología a utilizar en esta investigación para la toma de muestras y análisis de datos. En el Cuarto Capítulo se detallan los resultados obtenidos en la investigación con sus respectivos cuadros y análisis estadísticos. Finalmente en el Capítulo Quinto se reflejan las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó en base a los datos obtenidos.

CAPÍTULO I

1. Introducción

1.1 Antecedentes

La producción bovina en el trópico de América Latina se caracteriza por ser de bajos rendimientos, lo cual es provocado principalmente por el deficiente aporte nutritivo de los pastos naturales de la zona y la falta de inclusión de nuevas especies forrajeras que suplan este déficit alimenticio (Argel, 2005).

Las gramíneas tropicales se caracterizan por ser palatables para el ganado y tener un buen aporte nutritivo en sus etapas tempranas de crecimiento, (Fuentes, 2013; Lobo y Díaz, 2001). Sin embargo, con el aumento en los días de cosecha, su contenido en fibra aumenta y en consecuencia baja su digestibilidad y pierden su valor nutritivo. Estas deficiencias pueden ser superadas al elaborar una mezcla forrajera que incluya leguminosas que se adapten a la zona y permitan obtener forrajes de mejor calidad, sin tener la necesidad de utilizar fertilizantes de alto costo (Castro, 2008).

Según Rojas, Olivares, Jiménez y Hernández (2005) la implementación de leguminosas forrajeras, en pasturas en donde predominan gramíneas, presenta varias ventajas ya que estas son fuente de calcio y nitrógeno de buena calidad, contienen bajos niveles de fibra en comparación con las gramíneas tropicales y mejoran la fertilidad del suelo al fijar nitrógeno atmosférico; también mencionan que al formar mezclas forrajeras gramíneas-leguminosas, las últimas mejoran los aportes nutritivos de las gramíneas, sobre todo en lo que es aporte de proteína y minerales; y aumentan la biomasa forrajera por lo que permiten manejar una mayor carga animal en el potrero y obtener mayores rendimientos.

Por estas razones se requiere evaluar como alternativa la introducción de leguminosas forrajeras, que potencialicen la producción de las gramíneas tropicales, mejorando su valor nutritivo y aportando nutrientes al suelo. Es por tanto que se ha considerado la introducción de *Arachis*

pintoi y *Centrosema macrocarpum*, por su plasticidad, como la mejor opción para las condiciones climáticas y edáficas de la zona.

1.2 Justificación

El éxito de la producción animal está cimentado en cuatro aspectos muy importantes, a saber: genética, manejo, sanidad y alimentación; de los cuales la alimentación es uno de los más importantes en vista de que representa el mayor costo de la explotación bovina, llegando a significar hasta el 60% de los costos de producción (Rincón y Alfonso, 2007).

Autores como Vargas (2012) y Rosero (2011) concuerdan en que la eficiencia de la producción bovina dependerá de la calidad de alimento que los animales reciban, puesto que este será transformado en el producto final. Los mismos autores también mencionan que un correcto manejo del potrero es la forma más barata y eficiente de alimentar al ganado.

Estudios realizados por Koeslag y Luna (2007), en su manual “*Bovinos de carne*” expresan que un pastizal natural tiene una carga óptima de 0.29 novillos/ha, mientras que en la asociación con leguminosas este valor puede llegar a 0.75 novillos/ha. De igual manera sucede con el crecimiento de los novillos, consiguiendo un aumento de peso, en pastizal natural, de 83 kg/novillo/año, mientras que en asociación con leguminosa se consiguió 121 kg/novillo/año (p. 63).

Esto concuerda con los estudios realizados por Rincón y Alfonso (2007), quienes mencionan que las ganancias anuales de peso en novillos de carne, con la utilización de mezclas forrajeras, con leguminosas como *A. pintoi*, se encuentran entre los 130 y 300 kg/animal, siendo un rendimiento mayor en un 30% al obtenido en pasturas de sólo gramíneas (pp. 201-202).

Los mismos autores demuestran que también se obtienen mejores resultados en la producción láctea, encontrando que con pasturas de solo gramíneas se obtiene una producción 7.8-8.1 kg/animal/día, mientras que con mezclas forrajeras con especies del género *Centrosema*, se obtuvieron producciones de 9.0-10.0 kg/animal/día (pp. 204).

Una de las ventajas de la implementación de leguminosas es que estas pueden mantener sus aportes nutritivos de mejor manera que las gramíneas en época de sequía. Estudios demuestran que en pasturas de sólo gramíneas, en época de sequía, se obtiene un aporte de proteína cruda del 1.5%, mientras que en asociación con *A. pinto* se obtuvieron porcentajes de 3.5-4.0% (Rincón y Alfonso, 2007)

Actualmente el Ecuador reporta un rendimiento en producción lechera de 5.79 lt/vaca (INEC, 2015), el cual está muy por debajo del promedio de producción de países vecinos quienes se encuentran con un promedio de producción de 18 lt/vaca (Contexto Ganadero, 2013).

De la misma forma para el año 2015, la Asociación Nacional de Ganaderos reportó que Ecuador produce alrededor de 136.000 toneladas de carne, destinando para esto a 1.760.000 cabezas de ganado (LÍDERES, 2015); mientras que Colombia, con este número de cabezas produciría alrededor de 399.000 toneladas (Contexto Ganadero, 2013), es decir, casi tres veces más de lo que produce el Ecuador. Estos datos ponen en evidencia la necesidad de mejorar el manejo productivo, en especial el aporte nutritivo, que se brinda al ganado de ceba, lechero y de doble propósito.

En la zona de Lita el 83% de la población se dedica a la producción agropecuaria y de este porcentaje, el 36% se dedica a la producción de ganado bovino de carne y leche (Aguirre, 2013, pp. 32-34). Por lo tanto se observa que esta actividad es muy importante en la zona y ante lo reportado por el INEC (2015) y Contexto Ganadero (2013), es de vital importancia trabajar para mejorar la productividad del sector a través de una adecuada alimentación animal lo cual generará importantes ingresos económicos para la población.

Por lo antes mencionado, se propone evaluar la adaptabilidad y producción de las especies forrajeras: *Arachis pinto* y *Centrosema macrocarpum*, en asociación con las gramíneas de la zona, utilizando dos métodos de siembra. De esta manera el ganadero podrá beneficiarse de las ventajas que presentan las mezclas forrajeras entre gramíneas y leguminosas, mejorar la calidad del alimento proporcionado a los bovinos y, en consecuencia, mejorar su producción.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la adaptación de dos especies forrajeras, *A. pinto* y *C. macrocarpum*, en asociación con gramíneas, mediante dos métodos de siembra, surcos alternos y mixtos; y la evaluación de sus características productivas, como una alternativa forrajera para la zona.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar el porcentaje de germinación y cobertura mediante registros de campo para la identificación del comportamiento de las forrajeras en introducción.
2. Determinar los porcentajes de materia seca, proteína cruda y FDN en las unidades experimentales a través de muestreos representativos para la evidencia de los parámetros productivos de las forrajeras.
3. Socializar los resultados de la investigación al colectivo interesado en el tema, mediante una salida de campo, donde se expondrá la información obtenida.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis Nula

Las especies forrajeras no se adaptan a las condiciones agroclimáticas de la zona.

1.4.2 Hipótesis Alternativa

Las especies forrajeras se adaptan a las condiciones agroclimáticas de la zona.

CAPÍTULO II

2. Estado del Arte

2.1 *Centrosema macrocarpum*

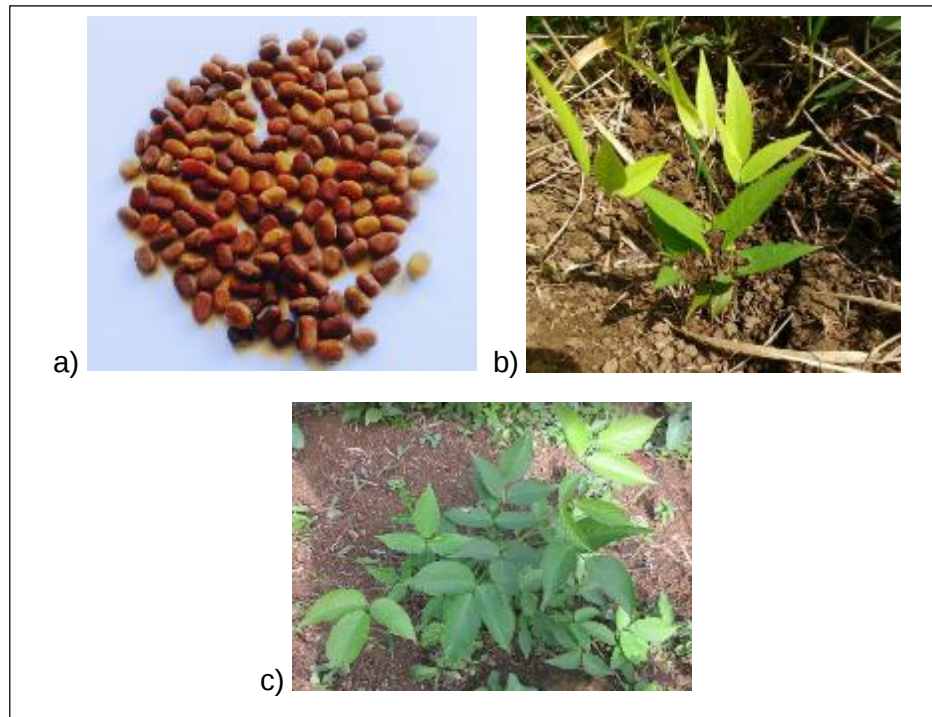


Figura 1. *Centrosema macrocarpum* en diferentes estadios.

Las imágenes muestran: a) Semilla. b) *C. macrocarpum* dos meses después de la siembra. c) *C. macrocarpum* 5 meses después de la siembra. Tomado de trabajo de campo. Fuente: La Autora

2.1.1 Origen

González, Anzúlez, Vera y Riera, (1997) en su “Manual de pastos tropicales para la Amazonía Ecuatoriana” establecen que el género *Centrosema* es originario de América Tropical, principalmente Panamá y Brasil, se encuentra en todas las zonas tropicales y subtropicales de América, lo que incluye los países Bolivia, Colombia, Ecuador, Guyana Francesa, Guyana, Perú, Venezuela, Costa Rica, El Salvador, Honduras, México y Nicaragua.

2.1.2 Descripción morfológica

Centrosema macrocarpum es una leguminosa herbácea, perenne, adaptada al trópico húmedo y subhúmedo. Está constituida por hojas trifoliadas, sus guías son largas con raíces que generan nuevas plantas, sus vainas son alargadas (10 cm o más); las semillas son pequeñas, ligeramente achatadas, de color pardo o rojizo o completamente marrón (Carvajal y Lara, 2006; Salcedo, 2015).

Al ser una leguminosa presenta raíz pivotante, esta es de gran crecimiento (hasta 30 cm aproximadamente) lo que facilita la absorción de nutrientes del suelo y su interacción con bacterias del género *Rhizobium*, esto se ha evidenciado por su gran aporte de nitrógeno, fósforo, calcio y potasio (Puertas, et al., 2008).

Acerca de su crecimiento, este es indeterminado, ya que es rastrera cuando no tiene soporte y trepador enredadera cuando encuentra uno. Sus tallos son frondosos y en sus brotes rastreros puede desarrollar raíces en los nudos, dando apariencia de estolonífera. (Ignacio, 2014).

2.1.3 Adaptación y desarrollo

C. macrocarpum se adapta a una altitud de 0 a 1800 msnm, soportando precipitaciones de 1000 hasta 3000 mm anuales y de 3 a 6 meses de sequía, rebrota rápidamente en época de lluvias, tolera la sombra moderada y rebrota después de la quema (Ignacio, 2014; Peters, Franco, Schmidt e Hincapié, 2010).

Tolera suelos muy ácidos (pH de 4.0 a 7.5) incluso con niveles tóxicos de aluminio, y de fertilidad media a baja. Aunque se adapta a suelos de diferentes texturas, su desarrollo es mejor en suelos arcillosos y de buen drenaje (Peters, et al., 2010).

En cuanto a su desarrollo reproductivo esta especie es muy sensible al fotoperiodo activándose su floración por el acortamiento de la duración del día y por la remoción de biomasa acumulada (Carvajal y Lara, 2006).

2.1.4 Desarrollo fenológico

En cuanto al desarrollo de *C. macrocarpum*, en su etapa de establecimiento, esta ha registrado una altura promedio, al primer mes a partir de la siembra, de 11.8 cm, para el segundo, tercer y cuarto mes presenta alturas de 24.3, 45.15, 48.15 cm respectivamente (Carvajal y Lara, 2006; Caruzo y Vela, 2015).

De igual forma su porcentaje de cobertura, en monocultivo, a lo largo de los 4 primeros meses a partir de la siembra son, en promedio: 12%, 30.56%, 47.51% y 64.43% respectivamente (Carvajal y Lara, 2006; Caruzo y Vela, 2015; Pashanasi, Vásquez, Araujo, 2012).

La asociación con gramíneas puede afectar el desarrollo de *C. macrocarpum* si el manejo de la pastura no es el adecuado; es así que bajo pastoreo intensivo la especie suele desaparecer frente al gran desarrollo de la gramínea, requiriendo así de resiembras. Esto puede evitarse al manejar una correcta carga animal y adecuados periodos de descanso y pastoreo (Peters, et al., 2010).

2.1.5 Plagas

En lo referente a las plagas que atacan a *C. macrocarpum*, Lenné, Sonoda y Lapointe, (1997), en el libro “Centrosema: biología, agronomía y utilización”, establecen que *C. macrocarpum* no es afectada por plagas o enfermedades que afecten su producción de manera significativa; sin embargo, las afecciones más importantes son causadas por los hongos del género *Rhizoctonia spp.* causantes del añublo foliar, el mismo que se observa como pequeñas lesiones acuosas que se agrandan y se convierten en manchas de color crema a pardo claro, necróticas. Este hongo también puede ocasionar pudrición del tallo y la raíz (pp. 204-206).

Los autores también han evidenciado la presencia de hongos del género *Phoma spp.* los cuales causan lesiones grandes, redondeadas a irregulares, de color parduzco en las hojas de *C. macrocarpum* (pp. 204-206).

En cuanto a bacterias, han encontrado la presencia de *Pseudomonas fluorescens*; también se registra la presencia de organismos similares a micoplasmas, causantes de la enfermedad de la

hoja pequeña, los mismos que han sido encontrados en *C. macrocarpum* en Brasil (pp. 208-209).

Con referencia a insectos, los comedores de follaje principalmente *Chrysomelidae* y otros coleópteros pueden causar grandes daños, los cuales se han registrado principalmente en América Latina, en donde *C. macrocarpum* y *C. acutifolium* se han presentado como las especies más afectadas (p. 217).

De igual manera, el virus del mosaico de *Centrosema* (CeMV) se presenta como una enfermedad importante para esta especie (p. 220).

2.1.6 Cosecha y producción

En cuanto a la producción de materia seca, *C. macrocarpum*, Peters, et al. (2010), establecen que produce en promedio 10 y 15 t MS/ha/año. Su producción es mayor en la época de lluvias registrando valores entre 2.2 hasta 5 t MS/ha/corte y 0.8 t MS/ha/corte para la época seca (Carvajal y Lara, 2006; Sosa, Cabrera, Pérez y Ortega, 2008).

C. macrocarpum se usa principalmente en sistemas de pastoreo rotacional, tolerando en invierno hasta 4 animales/ha y 1 animal/ha en verano. Dependiendo de la época del año (invierno o verano) responde bien a periodos de descanso de entre 35 y 42 días (Peters, et al, 2010).

De igual manera, Perozo (2013), afirma que esta especie puede ser utilizada en monocultivo como banco de proteína, en asociación con gramíneas para corte o pastoreo, como cultivo de cobertura en plantaciones de otras especies vegetales como la palma africana, y para recuperar y mejorar suelos intervenidos.

2.1.7 Valor Nutritivo

Al ser una leguminosa su principal ventaja para la nutrición animal es el aporte de proteína que genera, el mismo que oscila entre el 20-30% dependiendo de las condiciones edafoclimáticas que rodean a la pastura (Peters, et al., 2010).

Guevara y Espinoza (2006), también registran ventajas de *C. macrocarpum* sobre otras leguminosas, sobre todo en cuanto a su digestibilidad *in vitro* de la materia seca, ya que esta presentó valores por sobre el 55 y 66%, lo que concuerda con Peters, et al. (2010) quien menciona que la digestibilidad puede llegar hasta un 70%.

De igual forma, gracias a su contenido en hojas (43%), el consumo voluntario que genera en bovinos y ovinos es superior a otras especies vegetales (Lascano, Teitzel, y Pei, 1997, pp. 345-346); Francesca (2017), explica que esto se debe a que en las hojas existe una menor cantidad de lignina, compuesto presente en las células vegetales, el mismo que actúa como una barrera física que impide la acción de las enzimas de los microorganismos del rumen, evitando que el animal pueda beneficiarse del resto de componentes que se encuentran en el interior de las paredes celulares; es decir, hace que el forraje no sea digerible para el animal.

El autor menciona que la lignina hace que la porción no digerida pase lentamente a través del retículo-rumen, ocasionando la sensación de llenura en el animal, lo que impide que este se siga alimentando y cubra con sus requerimientos nutricionales.

Este inconveniente es superado en *C. macrocarpum* gracias al gran porcentaje de hojas que posee, lo que hace que el animal consuma la cantidad de materia seca digerible suficiente para cubrir sus necesidades fisiológicas (Francesca, 2017).

El porcentaje de fibra que posee una planta se ve reflejado en el análisis de Fibra Detergente Neutra (FDN), el cual muestra el contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina en la pared celular de la especie. Para el caso de *C. macrocarpum*, esta presenta un contenido de FDN entre el 50 y 70%, teniendo los mayores valores en la época de sequía debido a las altas temperaturas (Lagunes, 2011).

En cuanto al aporte de minerales, esta especie ha demostrado ser una de las mejores gracias a su gran capacidad de extracción de nutrientes del suelo. Se han registrado producciones de 311 kg/ha de nitrógeno, 24.97 kg/ha de fósforo y 155.61 kg/ha de potasio (Puertas, et al., 2008).

2.1.8 Establecimiento

Villanueva (2004), en su folleto técnico “Establecimiento y manejo de praderas irrigadas tropicales” menciona que la fase de establecimiento de una pastura es la más crítica, puesto que el objetivo es lograr una pradera altamente productiva, libre de malezas y capaz de tolerar altas cargas animales; si este objetivo no se logra durante el primer año de establecimiento, es probable que demore mucho tiempo e incluso nunca se logre los objetivos esperados.

Dentro de la fase de establecimiento es muy importante considerar aspectos como la preparación del suelo, época y métodos de siembra, los cuales serán detallados a continuación.

2.1.8.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo depende de muchos factores, entre estos la disponibilidad de maquinaria, la accesibilidad de la maquinaria hacia el terreno, los costos de establecimiento de la pastura y la especie vegetal que se va a sembrar.

En general se necesita reducir los riesgos de erosión, proporcionar una adecuada textura física del suelo que garantice a la semilla el aporte de nutrientes y humedad necesarios para su germinación y rápido desarrollo, y evitar la presencia de malezas que puedan comprometer el establecimiento de la pastura (Villanueva, 2004).

El mismo autor menciona que una preparación excesiva del terreno, sumado a altas precipitaciones, puede generar problemas como compactación y sellado de la superficie, y reducción de la infiltración del agua, esto aumenta la escorrentía y la erosión del suelo, también puede presentarse arrastre de semilla y de plántulas recién germinadas, y a esto se añade el hecho de que la sobre preparación del terreno aumenta los costos de establecimiento de la pastura.

Estos argumentos, sumado a las características de *C. macrocarpum* de adaptabilidad en suelos ácidos y de baja fertilidad, permite el establecimiento de esta pastura con una labranza mínima del terreno y poniendo especial atención en la eliminación de malezas, de forma manual o química, ya que estas se propagan rápidamente en el trópico y pueden afectar al establecimiento de la especie de interés.

2.1.8.2 Época de siembra

La época de siembra debe coincidir con las condiciones climáticas que favorezcan a la germinación de la semilla y el posterior desarrollo de la planta.

La siembra en los meses de máxima precipitación puede generar problemas de pudrición de la semilla o de la raíz; de igual forma la época de sequía no permitirá un desarrollo adecuado de la pastura (Romero, 2010).

Por eso es necesario sembrar en una época de lluvias moderadas en donde se garantice una humedad apropiada en el suelo. Para Lita esta época comprende los meses de septiembre-noviembre, en donde se da inicio a las lluvias. De esta manera la planta estará lo suficientemente desarrollada para tolerar los meses de máxima precipitación (febrero-abril) y la época de sequía en los meses junio-agosto (INAMHI, 2011).

2.1.8.3 Métodos de siembra

El principal método de siembra de esta leguminosa es a través de semilla escarificada. Esta especie, al igual que muchas otras leguminosas, se caracteriza por la producción de semillas duras, lo que provoca una germinación y establecimiento lento (Peters, et al., 2010).

Esto se ha evidenciado en siembras en donde la germinación de semillas sin escarificar ha llegado a tan solo 10-20% (Sierra, Fuentes, Dardón, Franco y Rosales, 2007).

Por tal razón se hace necesario realizar procedimientos físicos o químicos con el propósito de romper o adelgazar la testa y facilitar la penetración del agua hacia la semilla y así ayudar a su germinación (Franco, Caldero, Durán, 2007).

Entre los métodos más utilizados para la escarificación está la inmersión en ácido sulfúrico concentrado, durante 10 a 20 minutos seguido de un lavado minucioso. Con este método se han obtenido porcentajes de germinación superiores al 80% (Sierra, et al., 2007).

Una vez realizada la escarificación de la semilla, *C. macrocarpum* puede ser utilizada como monocultivo, en bancos de proteína, para cobertura o en asociación con gramíneas. La siembra

puede realizarse en surcos o al voleo, con una densidad de siembra de 3 a 5 kg/ha, a 1 cm de profundidad (Peters, et al., 2010).

2.1.9 Siembra en asociación con gramíneas

2.1.9.1 Método de siembra

En la asociación con gramíneas, *C. macrocarpum* puede ser utilizada para el establecimiento de una mezcla forrajera o para el mejoramiento de una pastura ya establecida.

Para el establecimiento de nuevas pasturas, la siembra puede realizarse al voleo o en surcos; mientras que para el mejoramiento de una pastura ya existente lo más recomendable es hacerlo en surcos, lo que favorecerá al desarrollo de la leguminosa.

Para este último caso se han utilizado distanciamientos entre surcos de 50 cm y distanciamientos de 50-70 cm entre puntos de siembra, colocando entre 3 y 5 semillas por punto, a una profundidad de 1-3 cm (Arévalo, Alegre y Fasabi, 2003; Ignacio, 2014; Pashanasi, et al., 2012).

2.1.9.2 Manejo del asocio

Una pastura compuesta por una asociación de gramíneas con leguminosas debe mantener una disponibilidad de estas últimas entre un 30-40%. Esto se obtiene al realizar una siembra adecuada y posteriormente un óptimo manejo del pastoreo.

Por tanto la siembra puede realizarse estableciendo surcos de gramínea y surcos de leguminosa que estén distribuidos con las relaciones 1:1; 2:1 o 3:1 (gramínea: leguminosa) (Rojas, Olivares, Jiménez y Hernández, 2005).

Para el caso del pastoreo es necesario tener ciertas consideraciones, puesto que las especies vegetales en la pastura tendrán hábitos contrastantes en lo que respecta a la arquitectura del follaje, morfología radical, demanda de nutrimentos, y una u otra se verá más afectada por la defoliación selectiva por parte del animal, según sean sus características de palatabilidad (Perozo, 2013).

En este sentido la mejor opción es manejar un pastoreo flexible que tome en cuante la oferta/demanda de materia seca, así como la proporción de leguminosa que se quiere mantener en la pastura. El primer aspecto nos permite delimitar la carga animal, en función de la oferta forrajera; mientras que el segundo nos ayuda a establecer los periodos de descanso apropiados. Así por ejemplo, si la oferta forrajera está por encima de la demanda, la carga se incrementa; y si la proporción de leguminosa está sobrepasando los límites adecuados (30-40%) los tiempos de descanso se acortan (Rojas, et al., 2005).

2.1.9.3 Ventajas del asocio

Las ventajas de la asociación de gramíneas con leguminosas se ven reflejadas tanto en la cantidad de materia seca producida, así como en la calidad de la misma; esto a su vez se refleja en el incremento de los valores productivos (carne/leche) de la finca.

Una de las principales ventajas que presentan las asociaciones con leguminosas es el aumento en el aporte de proteína que estas generan al animal; así por ejemplo una pastura compuesta solo por pasto King grass produce 22 t MS/ha/año con 8.7% de proteína, mientras que en la asociación con *C. macrocarpum* logra producir 26.6 t MS/ha/año con niveles de 9.8% de proteína (Rojas, et al., 2005).

De igual manera se han logrado buenos resultados en la asociación de *C. macrocarpum* con *Brachiaria dictyoneura*, en donde la gramínea, en monocultivo, tuvo una producción menor a las 4 t MS/ha, mientras que en la asociación con la leguminosa llegó a valores superiores a las 6 t MS/ha (Gómez, Rao, Beck y Ortiz, 2011).

En cuanto a producción animal, se ha registrado que con una alimentación de sólo *Brachiaria dictyoneura* se obtienen 8.1 kg de leche/animal/día, mientras que en la asociación de esta gramínea con *C. macrocarpum* se obtienen 10 kg de leche/animal/día (Alfonso y Rincón, 2007).

2.1.9.4 Desventajas del asocio

Sin embargo a pesar de las ventajas productivas que representa la utilización de una asociación leguminosas-gramínea, una de sus principales desventajas es la falta de manejo técnico que se

le da a la pastura, lo que provoca que con el tiempo se pierda la leguminosa y el ganadero no vea como una práctica beneficiosa el asocio. Sin embargo *C. macrocarpum* ha demostrado que con un correcto manejo del asocio puede generar grandes beneficios en la alimentación animal (Rojas, et al., 2005).



Figura 2. *Centrosema macrocarpum* en asociación con *B. decumbens*.

La imagen muestra la mezcla forrajera a los 40 días después del corte.
Tomado de trabajo de campo. Fuente: La Autora

2.1.10 Fertilización

En cuanto a fertilización, *C. macrocarpum* responde bien a la fertilización en suelos que presentan bajos niveles de P y K, por lo que para su establecimiento se ocupan 20 kg/ha de P y 30 kg/ha de K. Según el análisis de suelo, puede ser necesaria una fertilización de mantenimiento cada dos o tres años con el 50% de la dosis de fertilizante utilizada en el establecimiento (Peters, et al., 2010).

Caruzo y Vela (2015), demuestran en un estudio que los efectos de la aplicación de fósforo se ven evidenciados en la producción de biomasa a partir de los 8 meses de establecida la pastura.

Para el caso de recuperación de pasturas de *Centrosema* ha dado buenos resultados las aplicaciones de 40 kg de P/ha, con las que se ha obtenido producciones de 3.25 t MS /ha (Pashanasi, et al., 2012).

Para la producción de semillas en esta especie la fertilización con fósforo puede generar diferencias significativas, ya que con la aplicación de 100 kg P_2O_5 /ha se han obtenido 87 kg de semilla/ha, mientras que sin la aplicación de fósforo se obtuvo 42 kg/ha (Caruzo y Vela, 2015).

2.2 *Arachis pinto*



Figura 3. *Arachis pinto* en diferentes estadios.

Las imágenes muestran: a) Semilla. b) *A. pinto* 2 meses después de la siembra. c) *A. pinto* 5 meses después de la siembra. Tomado de trabajo de campo. Fuente: La Autora

2.2.1 Origen

Arachis pinto, conocido como maní forrajero, es una leguminosa originaria de América del Sur y está restringida naturalmente a Brasil, Paraguay, Argentina y Uruguay (Godoy, et al., 2012; Salcedo, 2015). Sin embargo, por sus características y ambiente de adaptación también es ampliamente cultivado en otros países de América del Sur como Ecuador, Colombia y

Venezuela; así como en países Centroamérica y El Caribe (Alfonso y Rincón, 2007; Nieuwenhuyse, Aguilar, Mena, Nájera y Osorio., 2008;).

2.2.2 Descripción morfológica

Es una planta herbácea, perenne, de hábito de crecimiento rastrero y estolonífera, de 20 - 40 cm de altura. Las hojas son alternas y compuestas, con cuatro folíolos (Salcedo, 2015). Estas son de color verde intenso y de forma ovoide, tiene una raíz pivotante que forma nódulos nitrificantes y crece hasta 30 cm de profundidad. Su tallo forma muchos nudos en los que se desarrollan raíces y dan lugar a nuevas plantas (Vera y Riera, 2000).

Su semilla es geocárpica, es decir se introduce en la tierra, y tiene 9,8 mm de longitud y 5,3 mm de ancho (Holgado, 2011). La inflorescencia se presenta como espigas axilares, con corola amariposada de color amarillo, con estandarte y alas igualmente amarillas (Salcedo, 2015).

2.2.3 Adaptación y desarrollo

Se adapta en condiciones de trópico húmedo con precipitaciones anuales de 1.500 a 3.500 mm, se adapta a la gran variedad de climas que se presentan entre los 0-1300 msnm (Holgado, 2011; Rojas, 2007; Salcedo, 2015).

En tiempos de sequía prolongados, el material vegetativo desaparece de la cobertura del suelo, pero al iniciar la época de lluvias se reestablece gracias a la reserva de semillas que tiene en el suelo (Rojas A. , 2007).

Es tolerante a la sombra por lo que es utilizado como cultivo de cobertura en plantaciones de café, cacao, palma africana y cítricos. Tolera suelos ácidos con alta saturación de aluminio, lo que es común en el trópico americano. Su desarrollo es mejor en suelos francos a arcillosos con 3% de materia orgánica, aunque también se adapta a suelos de mediana fertilidad, es tolerante a la humedad, pero no las inundaciones (Rincón, Cuesta, Pérez, Lascano y Ferguson, 2012; Salcedo, 2015).

2.2.4 Desarrollo fenológico

El desarrollo del maní forrajero después de la siembra dependerá de la variedad utilizada, la época y el método de siembra que se aplicó, por lo general su desarrollo es lento hasta los 6 meses, después de los cuales se observa un mejor establecimiento (Peters, Plazas, Franco y Betancourt, 2006).

Sin embargo, a los 20 días después de la siembra de material vegetativo se logra, en promedio, un 73.77% de establecimiento con 23167 plantas por hectárea (Rincón y Orduz, 2006).

La producción de estolones es también una característica muy importante para el desarrollo inicial de esta planta y muestra su capacidad de competencia con las malezas; para los primeros 90 días después de la siembra, *A. pintoï* desarrolla entre 12 y 14 estolones por planta (Rincón y Orduz, 2006).

En un estudio realizado por Godoy, et al. (2012), en Santo Domingo de los Tsáchilas, *A. pintoï* presentó el siguiente comportamiento:

Tabla 1

Características de cobertura y altura de A. pintoï a diferentes edades desde la cosecha

Parámetro	Edad (días)			
	30	45	65	75
Cobertura (%)	98	97	97	98
Altura (cm)	18.38	31.92	61.06	82.38

Nota: Adaptado de Godoy, et al., (2012). EVALUACIÓN FENOLÓGICA Y DIGESTIBILIDAD in vivo DE LA LEGUMINOSA FORRAJERA (*Arachis pintoï*) EN DIFERENTES EDADES DE CORTE. *Ciencia y Tecnología* (2), pp. 7-16.

Con la edad no solo la morfología de la planta se ve afectada sino también su valor nutritivo. Diversos estudios demuestran que a mayor edad se obtiene mayor producción de materia seca pero la calidad de esta se reduce, por lo que se recomienda la cosecha de *A. pintoï* después de periodos de descanso de 30 a 45 días (Ordóñez, 2012).

2.2.5 Plagas

A pesar de que no se han registrado plagas de importancia económica que puedan afectar al cultivo, Argel y Villarreal (2003) documentan ataques de hormigas arrieras (*Atta sp*) y la presencia de comedores de hojas que pueden afectar al maní forrajero.

También mencionan que en el trópico húmedo, en la época lluviosa, suele haber la presencia de babosa, principalmente *Sarasinula plebeia* y *Vaginulus spp*, las mismas que causan clorosis y daños físicos al follaje.

En cuanto a enfermedades foliares, reportan que las más encontradas en el maní forrajero son la costra (*Sphaceloma arachidicola*), mancha de cuña (*Leptosphaerulina crassiasca*), antracnosis (*Colletotrichum truncatum*) y mancha foliar causada por *Rhizoctonia solani*.

2.2.6 Cosecha y producción

A. pinto presenta producciones de materia seca, en asociación con gramíneas del género *Brachiaria*, para la época lluviosa de 6.7 t MS/ha; y para la época de sequía 1.9 t MS/ha (Cab, et al., 2008).

Una característica muy importante del maní forrajero es su resistencia al pastoreo, esto gracias a su hábito de crecimiento, a la formación de nuevas raíces en sus estolones y a las reservas de semillas que posee bajo el suelo (Godoy, et al., 2012).

Gracias a su crecimiento rastrero se previene una defoliación total aún cuando se ocupe altas cargas animales, y su aporte de biomasa no se ve comprometido por la presencia de animales en pastoreo puesto que gracias a sus estolones invade rápidamente los espacios vacíos y mantiene su oferta de forraje (Rojas A. , 2007).

Los periodos de descanso y de ocupación en un cultivo de gramíneas asociadas con maní son muy importantes para mantener un equilibrio, se debe considerar también las épocas del año y la edad de la pastura para determinar una fecha adecuada de pastoreo. Es así que se recomiendan tiempos de rotación entre 30 y 45 días (Nieuwenhuyse, et al., 2008).

En cuanto a la persistencia de esta especie en pasturas asociadas, en la Amazonía ecuatoriana se cuenta con pasturas de hasta 12 años de edad. Dichas praderas presentan una producción animal sostenida y un bajo gasto de fertilizantes por los aportes nutritivos que el maní forrajero otorga al suelo (Pauchi, 2016).

2.2.7 Valor Nutritivo

El valor nutritivo de *A. pinto* varía según su edad, así por ejemplo a los 30 días después del corte o pastoreo presenta niveles de 24.5% de proteína cruda, mientras que a los 75 días presenta valores de 14.65% (Godoy, et al., 2012).

Lo mismo sucede con su aporte de fibra y la digestibilidad de la misma. A los 30 días *A. pinto* presenta 21.69% de fibra bruta con un 43.8% de digestibilidad, mientras que a los 75 días presenta 29.4% de fibra con 28.7% de digestibilidad (Godoy, et al., 2012).

En forma general *A. pinto* presenta entre 17 y 20% de proteína y una digestibilidad de materia seca de 61-71% (Trop Seeds, 2013).

Su digestibilidad se debe en gran medida al bajo porcentaje de lignina el cual es de 8.3% (Delgado, La O y Chongo, 2007).

La asociación de gramíneas con *A. pinto* presenta grandes ventajas en cuanto al aporte nutricional de la pastura. En un estudio realizado con gramíneas del género *Brachiaria*, estas presentaron, en mono cultivo un promedio de 7.8% de PC, mientras que en la asociación con la leguminosa presentaron 19.4% (Sánchez, Villarreal y Soto, 2000).

El mismo estudio también muestra la ayuda de *A. pinto* en la reducción del nivel de FDN en la mezcla forrajera, ya que las gramíneas en monocultivo presentaron 73.5% FDN, mientras que en asociación presentaron 51.9%.

2.2.8 Establecimiento

2.2.8.1 Preparación del suelo

Para garantizar la persistencia de una pastura es necesario crear un ambiente idóneo para su establecimiento, comenzando por la preparación del suelo. Estos procesos deben garantizar la

corrección de cualquier dificultad física que esté presente en el suelo; resolver los problemas químicos del mismo, realizando correcciones de pH y/o fertilizaciones; y crear un buen ambiente de materia orgánica para el desarrollo de microorganismos benéficos (Ruiz, Febles, Díaz y Díaz J., 2015).

Nieuwenhuyse et al. (2008), en su manual “La siembra de pastos asociados con maní forrajero” establecen que para *A. pinto* lo mejor es un suelo con pH de 5.5 a 7.5. Si el suelo es demasiado ácido, esto puede corregirse con un encalado a través de la aplicación de carbonato de calcio. La reducción de la acidez del suelo facilitará también la movilización de fósforo en el mismo (p. 14).

La preparación del suelo puede hacerse de manera mecanizada o sin mecanización; en el primer caso es necesario tener un equilibrio para evitar suelos demasiado sueltos que probocarían problemas de erosión o la presencia de muchos terrones que afectarían al desarrollo radicular de la pastura (pp. 15-16).

Si no es posible preparar el terreno con maquinaria es muy importante realizar un control adecuado de malezas, esto puede ser a través de un pastoreo intensivo y la aplicación de herbicidas. Si la maleza sobrepasa los 50 cm de altura es necesario, después del pastoreo, realizar un corte con machete o motoguadaña, para después aplicar el herbicida (pp. 17-18).

2.2.8.2 Época de siembra

En terrenos donde no se cuenta con un sistema de riego mecanizado o una fuente constante de agua para el suelo, se depende completamente del temporal propio de la zona.

Es así que el mejor momento para la siembra de maní forrajero es en el inicio de la época lluviosa, en donde el suelo alcanza una humedad adecuada para la germinación de la semilla y el posterior desarrollo de la planta. No es conveniente hacerlo en época de máxima precipitación puesto que el exceso de humedad puede causar la pudrición de la semilla (Rincón, et al., 2012).

De igual forma una siembra tardía y muy cercana a la época seca puede afectar el desarrollo de la pastura, por lo que se recomienda sembrar por lo menos 3 meses antes de la época de sequía (Nieuwenhuyse, et al., 2008).

2.2.8.3 Métodos de siembra

El maní forrajero puede sembrarse a través de semilla o material vegetativo; esto, así como el método de siembra (al voleo, en franjas o por espeque) que se utilice dependerá del objetivo que se quiera alcanzar con la pastura (asocio o monocultivo), de las circunstancias geográficas del terreno, de la disponibilidad de los materiales y del valor económico que representa cada método.

Nieuwenhuyse, et al. (2008), establecen que en el caso de realizar una siembra con semilla, al voleo, es muy importante tener una adecuada preparación del terreno y un buen control de malezas. En este método se necesitan de 6 a 9 kg de semilla por hectárea (p. 28).

Si la siembra se realiza por espeque, la preparación del terreno no tiene que ser tan detallada como en el método anterior; se ocupan 4 a 6 kg de semilla, colocándose de 5 a 7 semillas por golpe a una profundidad no mayor a 1 cm (p. 29).

En el caso de que la siembra se haga por medio de material vegetativo es necesario contar con estolones de tallos sólidos que presenten pequeñas raíces en sus nudos y que hayan sido cosechados, de preferencia, el mismo día en que van a ser sembrados. La siembra se realiza con estolones de 40 a 60 cm de largo que contengan 2 a 3 nudos y se siembran 2 a 4 pedazos por golpe, dejando que sus dos extremos queden fuera del suelo (pp. 33-35).

2.2.9 Siembra en asociación con gramíneas

2.2.9.1 Método de siembra

Pueden utilizarse los mismo métodos que se ocupan para la siembra en monocultivo, sin embargo hay que tener ciertas consideraciones; por ejemplo, en cuanto a la densidad de siembra, se utiliza de 5 a 8 kg/ha; en cuanto al control de malezas, este proceso se vuelve más complicado

en la siembra al voleo ya que no se puede ocupar un herbicida específico sin que se afecte al maní forrajero o a la gramínea del asocio (Argel y Villarreal, 2003; Nieuwenhuyse, et al., 2008).

En la siembra por espeque los distanciamientos varían si el asocio es con una gramínea de crecimiento rastrero o con una que crece en forma de macollo. Para el primer caso se ocupan distanciamientos de 50 cm entre puntos de siembra y de 50 a 100 cm entre franjas, dependiendo de la velocidad a la que se quiera cubrir el terreno (Nieuwenhuyse, et al., 2008, pp. 28-29).

Para el segundo caso se ocupan distanciamientos de 80 cm entre franjas y 40 cm entre plantas. Si se desea establecer el maní en una pastura ya existente se recomienda hacerlo con distanciamientos de 60 a 80 cm en cuadro para gramíneas macolladoras, mientras que para gramíneas rastreras se recomienda abrir franjas con los distanciamientos antes mencionados (pp. 38-39).

2.2.9.2 Manejo del asocio

Es necesario conocer que el maní durante su primer año de establecimiento no produce una importante cantidad de forraje, como lo hace a partir del segundo o tercer año, en donde alcanza vigorosidad y producciones interesantes.

Es por esto que se recomienda que el primer pastoreo debe hacerse a los 3-4 meses desde la siembra, con un tiempo de ocupación de 1 a 2 días y de preferencia con animales menores a 2 años para evitar que arranquen el maní (Nieuwenhuyse, et al., 2008).

Pezo e Ibrahim (1999), citado por Rojas (2007), establecen que con respecto al manejo rutinario de la pastura, con la finalidad de mantener un adecuado balance gramínea/leguminosa, en muchas asociaciones con *A. pintoii*, el intervalo entre pastoreos dependerá en gran medida de la gramínea del asocio; esto es debido a que la gramínea será la más afectada por la defoliación, mientras que el maní, gracias a su hábito de crecimiento estolonífero, su resistencia a la sombra y su capacidad para formar nuevas plántulas, tiene una ventaja significativa frente al proceso de pastoreo.

Es así que, de forma general, si en la pastura el maní se encuentra por debajo de los niveles deseados, se recomienda reducir los periodos de descanso o aumentar la carga animal; si, por el contrario, el maní está por encima de las cantidades adecuadas se recomienda aumentar los días de descanso y reducir el periodo de ocupación para favorecer al desarrollo de la gramínea del asocio (Nieuwenhuyse, et al., 2008).

2.2.9.3 Ventajas del asocio

Se han realizado diferentes estudios que demuestran las ventajas que representa la asociación de gramíneas con *A. pintoii*.

Alfonso y Rincón (2007), demuestran que la presencia de maní forrajero mejora la calidad nutritiva de la pastura, sobre todo en lo concerniente al aporte proteínico de la misma. En una pastura sin maní forrajero, la proteína del pasto se encuentra en un 6%, mientras que con la inclusión de la leguminosa, en una proporción de más del 20% en la pastura, el aporte proteínico subió a 9.1% (p. 200).

Lo mismo registran Holmann y Lascano (2001) en la asociación de maní forrajero con *B. decumbens*, en donde encontraron que la gramínea sola produce 2.3 t MS/ha con un nivel de proteína de 11.4% y una digestibilidad de 67.8%; mientras que en la asociación con *A. pintoii* se registró una producción de 3.2 t MS/ha con 14% de proteína y 69.3% de digestibilidad.

Estas ventajas luego se reflejan en la producción animal, como lo demuestra Tocaguano (2013) quien registró, en novillas de raza Girolando, ganancias de peso de hasta 814 g/día con un suministro del 55% de la ración de maní forrajero junto con pasto maralfalfa; de igual manera evidenció que mientras más era la porción de maní en la dieta, mayor era el consumo de materia seca de parte de los animales.

Bastiani y Pizarro (2006), también mencionan que en pasturas de solo *B. humidicola* se obtienen ganancias de peso de 141g/animal/día, mientras que con la asociación con *A. pintoii* se obtienen ganancias de 213 g/animal/día.

Lo mismo sucede con la producción de leche, Lascano (2000), evidenció un aumento de hasta 0.5 l/vaca/día en pasturas asociadas con maní forrajero; incluso demostró, con un análisis económico, que este aumento en la producción justifica los costos necesarios para la implementación de *A. pintoi* en la pastura.

A esto se suma la ayuda que significa el maní forrajero en la recuperación de suelos degradados al mejorar sus características físicas, de fertilidad y biológicas; la acumulación de nitrógeno gracias a la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*; su persistencia al pastoreo; y la conservación de sus cualidades nutritivas incluso hasta después de las 12 semanas de rebrote (Rojas, 2007).

2.2.9.4 Desventajas del asocio

A pesar de estas ventajas, la inclusión de maní forrajero en pasturas asociadas presenta dificultades tales como la falta de adiestramiento del productor para el manejo adecuado de asociaciones de gramíneas/leguminosas y la selección inadecuada de la gramínea acompañante, lo que puede generar un mal establecimiento y bajas producciones del asocio.

A esto se suma que no es recomendable utilizar asociaciones de *A. pintoi* para la alimentación de vacas altamente productoras de leche que se encuentren en el periodo seco, previo al parto, pues sus altos niveles de calcio (1.05-1.77) podrían generar un cuadro de hipocalcemia (Rojas, 2007).



Figura 4. *Arachis pintoi* en asociación con *B. decumbens*

La imagen muestra la mezcla forrajera a los 30 días después del corte. Tomado de trabajo de campo. Fuente: La Autora

2.2.10 Fertilización

En cuanto a la fertilización y requerimientos del maní, Nieuwenhuyse, et al., (2008), recomiendan que debido al aporte de nitrógeno que genera el maní sobre la pastura, no es necesario ocupar fertilizantes que aporten este mineral, tales como úrea, nitrato de amonio o sulfato de amonio; la utilización de estos fertilizantes también puede ser perjudicial para el desarrollo de la asociación gramínea/leguminosa, ya que estimularán un crecimiento excesivo de la gramínea sobre el maní (p.43).

Por otro lado los autores han observado buenos resultados con el aprovisionamiento de minerales como el azufre, fósforo y potasio, los cuales suelen ser una limitante en los suelos sudamericanos. Es así que recomiendan utilizar abonos como gallinaza o el estiércol del mismo ganado, ya que estos aportan altas cantidades de los elementos antes mencionados, especialmente fósforo (p. 43,47).

CAPÍTULO III

3. Materiales y métodos

3.1 Materiales

Los materiales utilizados en campo fueron:

- Cuadro 0.5m²
- Hoz
- Moto guadaña de disco, marca STIHL, modelo FS 280
- Azadón
- Herbicida (Glifosato)
- Costales
- Cuaderno de campo.
- Cámara de fotos.

Para la determinación de materia seca se utilizó:

- Balanza Analítica, marca ADAM, modelo PW 254
- Estufa, marca MEMMERT, modelo INB 500

En el análisis de suelo se utilizaron:

- Mufla, marca DAIHUN, modelo FH-12
- Espectrofotómetro marca MERCK, modelo NOVA 60
- Medidor de pH, marca LAQUA, modelo pH1100-S
- Test de Nitratos, Nitritos, Potasio, y Fosfatos, marca MERK.

Para la determinación de proteína, a través del método Kjeldahl, se ocupó:

- Molino mezclador y homogeneizador, marca RETSCH, modelo GM 200
- Destilador, marca VELP, modelo UDK 127
- Sistema de digestión, marca INKJEL, modelo 450 M
- Ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄ al 98%)
- Peróxido de Hidrógeno al 10%v/v (H₂O₂)
- Catalizador
- Hidróxido de Sodio al 35% (Na(OH))

- Ácido Bórico al 4% (H_3BO_3)
- Rojo Tashiro
- Ácido Clorhídrico al 0.2N (HCl)

Para determinar el porcentaje de germinación en laboratorio, se utilizó dos cámaras de germinación, marca ING Climes

3.2 Métodos

3.2.1 Localización del área de estudio

La presente investigación se realizó en la parroquia de Lita, misma que se encuentra ubicada a 95 km al noroccidente de Ibarra, a 720 m.s.n.m. Según el anuario del año 2011 del INAMHI, la temperatura promedio de la zona es de 23.4°C, con temperaturas mínimas de 19.2°C y temperaturas máximas de 28.8°C. Para ese año hubo una precipitación anual de 3119.8 mm (sin tomar en cuenta al mes de marzo, el cual no registra datos en la estación meteorológica). En cuanto a la humedad relativa, Lita cuenta con un porcentaje promedio de 85.8%, siendo el periodo más seco en abril, mayo, septiembre y noviembre (85%) y los meses más húmedos en junio y diciembre (87%).

3.2.2 Establecimiento de las parcelas y siembra

Previo a la siembra de las leguminosas en estudio, se procedió a realizar un análisis de suelo, el mismo que se hizo según las especificaciones de Rodríguez (2015), en su libro “Métodos de análisis de suelos y plantas: criterios de interpretación”, así: una vez delimitada el área de trabajo, se procedió a realizar un recorrido en zig-zag por el ensayo, obteniendo 15 sub muestras de suelo. En los puntos donde se tomaron las muestras se retiró el material vegetativo para después extraer una cantidad de suelo a una profundidad entre 7 y 10cm. Las muestras de suelo fueron homogenizadas en un recipiente, posteriormente se realizó el cuarteo y se tomó una muestra representativa de 1 kg (pp. 13-18), la cual fue llevada al Laboratorio de Suelos de la PUCESI.

En el Laboratorio de Suelos se procedió a evaluar la cantidad de materia orgánica a través del método de calcinación, con la utilización de una mufla calibrada a 600°C durante 2 horas (Santibáñez, 2012). Para la medición de pH se pesaron 2g de muestra de suelo, los mismos que fueron colocados en 20ml de agua destilada, se procedió a homogenizar y dejar en reposo durante 30 min, para posteriormente determinar la acidez/alcalinidad con el medidor de pH, así como su conductividad eléctrica (SENA, 2013).

La misma disolución fue utilizada para la medición de nitritos, nitratos, fosfatos y potasio, con la utilización de los test de análisis de la marca MERK, siguiendo las especificaciones del fabricante y haciendo la lectura con el espectrofotómetro.

De igual manera se realizó un aforo del potrero en el área de trabajo, siguiendo la metodología establecida por Valencia (2011), así: con la utilización de un cuadro de 0.5m², se realizaron 10 lanzamientos, haciendo un recorrido en zig-zag, en cada lanzamiento se cortó el pasto que se encontraba dentro del cuadro; al finalizar los lanzamientos se pesó el material vegetativo recolectado y se seleccionó una muestra representativa de 1 kg, la cual fue llevada al Laboratorio de Bromatología de la PUCESI, para la determinación del porcentaje de materia seca y proteína; así como también se procedió a moler y homogenizar alrededor de 100g de muestra para enviarlos a los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en la Estación Experimental Santa Catalina, en donde se aplicó el método Van Soest para la determinación de FDN. Estos dos análisis permitieron evidenciar la condición inicial de los potreros.

Una vez tomadas las muestras antes mencionadas, se realizó un corte del pasto ya existente en el área del experimento, con la utilización de una moto guadaña; seguido de la división de las unidades experimentales y la asignación aleatoria, con la ayuda del programa estadístico R, del tratamiento en cada una de ellas.

En las parcelas donde la siembra se realizó en surcos alternos o franjas, el distanciamiento fue de 80 cm entre surco y 60 cm entre leguminosa. La relación fue de 1:1: es decir una franja de gramínea y una franja de leguminosa. En cuanto a las parcelas donde se sembró la leguminosa

en surcos mixtos, el distanciamiento fue de 80 cm en cuadro, entre leguminosas, como lo muestra la Figura 5.

Una vez determinada el área de estudio se trabajó de forma manual en la eliminación de malezas y en la formación de los surcos para la siembra, manteniendo los distanciamientos antes mencionados.

Posterior a esto se realizó la siembra con semilla certificada, donde se colocaron 5 semillas por sitio para cada leguminosa y en cada uno los métodos de siembra propuestos en la investigación.



Figura 5. Establecimiento del ensayo.

Las imágenes muestran: a) Toma de muestras para el análisis inicial de suelo. b) Siembra en surcos alternos. c) Siembra en surcos mixtos. Tomado de trabajo de campo. Fuente: La Autora

3.2.3 Diseño experimental

El diseño que se utilizó es un Diseño de Bloques Completamente al azar con arreglo factorial A x B. Los factores en estudio fueron: especie de leguminosa (Factor A) y método de siembra (Factor B). Se utilizaron 4 tratamientos y 3 repeticiones. Las parcelas (unidades experimentales) fueron de una dimensión de 6x6 m y contaron con la presencia de *Brachiaria decumbens* como pastura ya establecida. Los tratamientos fueron los siguientes:

T1 (A₁ B₁): *A. pinto* sembrado en surcos alternos + *Brachiaria decumbens*

T2 (A₁ B₂): *A. pinto* sembrado en surcos mixtos + *Brachiaria decumbens*

T3 (A₂ B₁): *C. macrocarpum* sembrado en surcos alternos + *Brachiaria decumbens*

T4 (A₂ B₂): *C. macrocarpum* sembrado en surcos mixtos + *Brachiaria decumbens*

El análisis de varianza para cada variable fue realizado en el programa estadístico R.

3.2.4 Variables

3.2.4.1 Germinación

El análisis del porcentaje de germinación de las semillas se evaluó tanto en el Laboratorio de Semillas de la PUCESI, como en campo. En laboratorio se utilizaron dos cámaras de germinación, una para cada especie; las cuales fueron calibradas con las especificaciones técnicas de temperatura y humedad proporcionadas por la casa comercial en donde se obtuvieron las semillas: para el caso de *C. macrocarpum* se utilizó 80% de humedad y 25°C de temperatura; y, en el caso de *A. pinto* se utilizó un rango de 65-75% de humedad y 28-32°C de temperatura. Para el cálculo del porcentaje de germinación, se consideró las recomendaciones de Lobo y Díaz (2001), quienes establecen que, debido a la latencia que presentan algunas semillas, los ensayos para la medición de esta variable deben durar un promedio de 21 días, después de los cuales se debe aplicar la siguiente fórmula (p. 138):

$$\% \text{ de Germinación} = \frac{\# \text{ plantas germinadas} \times 100}{\# \text{ de plantas sembradas}}$$

Dicho porcentaje se midió en laboratorio y en cada unidad experimental, en campo.

3.2.4.2 Porcentaje de cobertura

La medición de esta variable se realizó siguiendo el procedimiento establecido por el CIAT (1982) en su “Manual para la Evaluación Agronómica”, el cual detalla que para la medición de la cobertura se utiliza un cuadro de 1m², el mismo que cuenta con una cuadrícula cada 20cm. Con este cuadrado se realizaron 5 lanzamientos al azar, en cada unidad experimental, y se anotó el porcentaje de cobertura de la leguminosa en cada uno de los cuadros de 20cm. Estos valores fueron sumados, para posteriormente multiplicarse por 4 y así obtener el porcentaje de cobertura por m², como se muestra en la Figura 6:

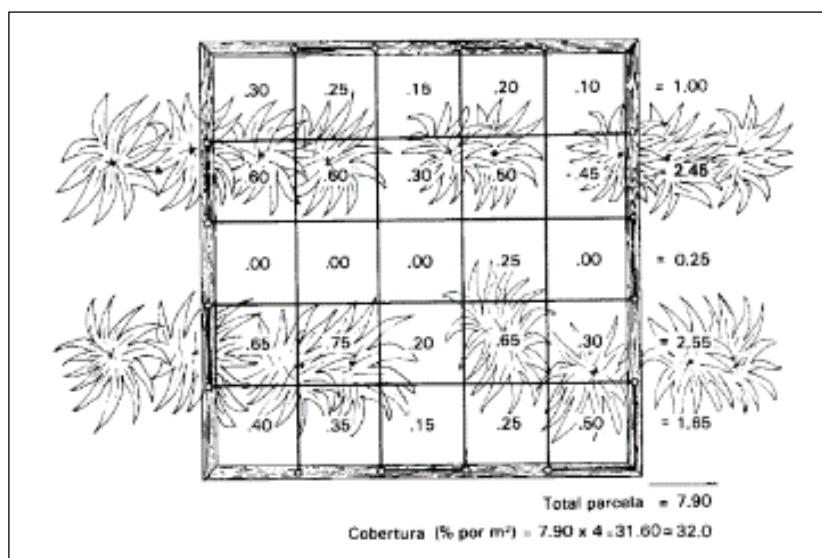


Figura 6. Medición del Porcentaje de Cobertura.

Fuente: CIAT (1982) “Manual para la Evaluación Agronómica de pastos tropicales” (p.107).

Finalmente se realizó un promedio por unidad experimental entre los resultados que arrojaron los diferentes lanzamientos.

Con la evaluación del porcentaje de cobertura se observó el grado de establecimiento de la leguminosa y su interacción con la gramínea.

3.2.4.3 Producción de materia seca

La producción forrajera se midió en kilogramos de Materia Seca por hectárea (kg MS/ha), la cosecha de las parcelas se hizo mediante el aforo de las mismas, con la utilización de un cuadro de 0.5 m² realizando lanzamientos en zig-zag, como lo recomienda Valencia (2011). Posteriormente se pesó la materia verde recogida (kg MV) y se obtuvo una muestra de alrededor de 10g, la misma que fue llevada al Laboratorio de Bromatología de la PUCESI en donde se secó en la estufa a 105° por 24 h (Vásquez, Quilcate y Oliva, 2017). El cálculo del porcentaje de materia seca, obtenida en el laboratorio, se realizó con la siguiente fórmula:

$$\% MS = \frac{B \times 100}{A}$$

En donde, A= peso inicial de la muestra; B= peso de la muestra después del secado.

Para realizar el cálculo de la producción de materia seca por hectárea, se aplicaron las siguientes fórmulas:

$$kg MS/0.5m^2 = \frac{\% MS \times kg MV}{100\%}$$

$$kg MS/ha = \frac{10000m^2 \times kg MS/m^2}{0.5m^2}$$

3.2.4.4 Proteína Cruda:

En la última cosecha de la época de lluvia (14-junio) y de sequía (16-octubre) se tomó una muestra de la materia seca que resultó del aforo de las parcelas y se procedió a realizar la evaluación del aporte de proteína a través del método Kjeldahl, así: Se mezcló 2g de muestra seca con 10ml de H₂SO₄ concentrado, 2ml de H₂O₂ al 10% v/v y catalizador, posteriormente se llevó a digestión aproximadamente por 3 horas, hasta cambio de coloración. Una vez realizado este proceso se neutralizó con hidróxido de sodio al 35%. Para la destilación se ocupó 25ml de ácido bórico al 4% con 4 gotas de indicador Rojo Tashiro. Una vez destilada la muestra se procedió a realizar la titulación con ácido clorhídrico al 0.2N (Santiago, 2011). Este procedimiento arrojó el porcentaje de nitrógeno que contiene la muestra, a partir de este valor calculó el porcentaje de proteína cruda con la siguiente fórmula:

$$\% \textbf{PC} = \% \textit{de Nitrógeno} \times \textit{Factor de Conversión}$$

En donde el factor de conversión para el caso de los pastos es de 6.25 (García y Fernández, 2005, p. 4)

3.4.4.5 FDN

En la última cosecha de la época de lluvia (14-junio) y de sequía (16-octubre) se tomó una muestra de la materia seca que resultó del aforo de las parcelas y, después de haber sido secada en la estufa, triturada y homogenizada, se envió a los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en la Estación Experimental Santa Catalina, en donde se aplicó el método Van Soest, para el análisis de fibra detergente neutra (FDN).

CAPÍTULO IV

4. Resultados y discusión

4.1 Resultados de análisis previos a la implementación del ensayo

La Tabla 2 muestra los resultados del análisis de suelo que se realizó en el Laboratorio de Suelos de la PUCESI, así como el diagnóstico según Rodríguez (2015), en su libro: “Métodos de análisis de suelos y plantas: criterios de interpretación”. Parámetros como materia orgánica, pH y conductividad son fuertemente limitantes en la adaptabilidad de las especies vegetales.

Tabla 2

Resultado del análisis inicial de suelos en el área de estudio

Parámetro	Valor	Unidad	Diagnóstico
Materia Orgánica	1.77	%	Concentración Baja
Ph	7.38		Neutro
Conductividad	10.35	ms/cm	Fuertemente Salino
K	6.1	ppm	Concentración Baja
PO₄	2.5	ppm	Concentración Baja
NO₂	0.062	ppm	-
NO₃	3.74	ppm	-
NH₄	0.324	ppm	-
Nitrógeno Total	4.13x10 ⁻⁴	%	Concentración Baja

Nota: Análisis realizado en el laboratorio de Suelos de la PUCESI. Muestra el diagnóstico según Rodríguez (2015), en su libro: “Métodos de análisis de suelos y plantas: criterios de interpretación”. Elaborado por: La Autora.

En la Tabla 3 se evidencian los resultados del análisis bromatológico que se hizo a la gramínea ya establecida en el área de estudio. Muestra niveles de proteína inferiores a lo reportado en las investigaciones de Avellaneda, et al (2008) y Rincón, Ligarreto y Garay (2008), quienes han registrado valores de 12 y 13% PC en *Brachiarias decumbens*.

De igual manera el porcentaje de FDN supera el 65%, valor que para DiMario (2011), es indicativo de una pastura de baja calidad ya que influye negativamente en la cantidad de alimento consumido por el rumiante.

Tabla 3

Resultado del análisis bromatológico de la pastura en el área de estudio

Parámetro	Valor	Unidad
Materia Seca	34.16	%
Producción	2152.08	Kg MS/ha
Proteína Cruda	9.75	%
FDN	75.15	%

Nota: Los porcentajes de Proteína Cruda y FDN se muestran en base a materia seca. Datos obtenidos de los laboratorios de la PUCESI y el INIAP. Elaborado por: La Autora.

4.2 Porcentaje de Germinación

En la Tabla 4 se muestra el análisis de varianza para el porcentaje de germinación. La prueba Levene para Homogeneidad de Varianzas determinó p-value: 0.19, y la prueba Shapiro Wilk para Normalidad determinó p-value: 0.86, por lo que los datos se distribuyen de forma normal.

No existieron diferencias significativas ($p > 0.05$), tanto en la observación realizada en campo, 20 días después de la siembra, como en la realizada en laboratorio a los 15 días de haber ingresado en la cámara de germinación.

Tabla 4*Análisis de varianza para el porcentaje de germinación*

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	146.46					
Bloques	2	41.40	20.70	2.83	5.14	10.92	
Tratamientos	3	61.16	20.39	2.79	4.76	9.78	ns ^a
Factor A	1	51.29	51.29	5.01	5.99	13.75	ns
Factor B	1	0.27	0.27	0.04	5.99	13.75	ns
Interacción	1	9.59	9.59	1.31	5.99	13.75	
Error	6	43.90	7.32				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

^aNo existen diferencias significativas ($p > 0.05$)

CV= 8.59%

La Figura 7 muestra el porcentaje de germinación para los tratamientos, observado en campo; en donde se puede notar que ninguna de las dos especies llegaron al 50% de germinación.

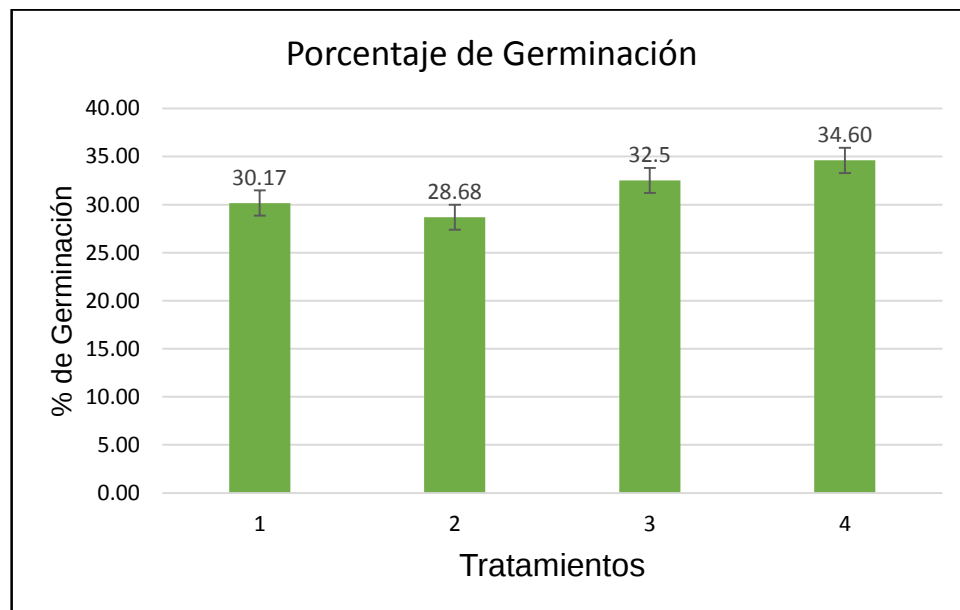


Figura 7. Promedio de porcentaje de germinación a los 20 días después de la siembra.

Fuente: La Autora.

Los resultados obtenidos en el laboratorio, con los factores de temperatura, humedad y luminosidad controlados, fueron similares: *Arachis pinto*i presentó 30% de germinación y *Centrosema macrocarpum* 35%.

Doria (2010), establece que, para que una semilla pueda germinar, deben cumplirse ciertos aspectos que favorezcan a este proceso, estos se dividen en factores internos tales como la viabilidad de la semilla y su dormancia y factores externos como la humedad, temperatura, oxígeno, luz y la ausencia de patógenos.

Al haber evaluado el porcentaje de germinación tanto en campo como en laboratorio (factores externos controlados) y obteniendo resultados similares en los dos casos; los bajos porcentajes de germinación pueden deberse a factores internos de la semilla.

Pérez y Pita (1999), mencionan que la mayoría de las especies pertenecientes a la familia de las leguminosas se caracterizan porque sus semillas poseen una cubierta impermeable al agua, lo que ocasiona dormancia en la semilla. Esto es ratificado por Boschi, et al. (2016), quienes mencionan que esta dormancia en la semilla se observa al no existir cambios en el tamaño y aspecto de la semilla al finalizar la prueba de germinación, lo cual fue evidente en el caso de *C. macrocarpum*. En la Figura 8 se muestran las semillas que no presentaron cambios en su tamaño y aspecto de la corteza al finalizar la prueba de germinación (marcadas en rojo).

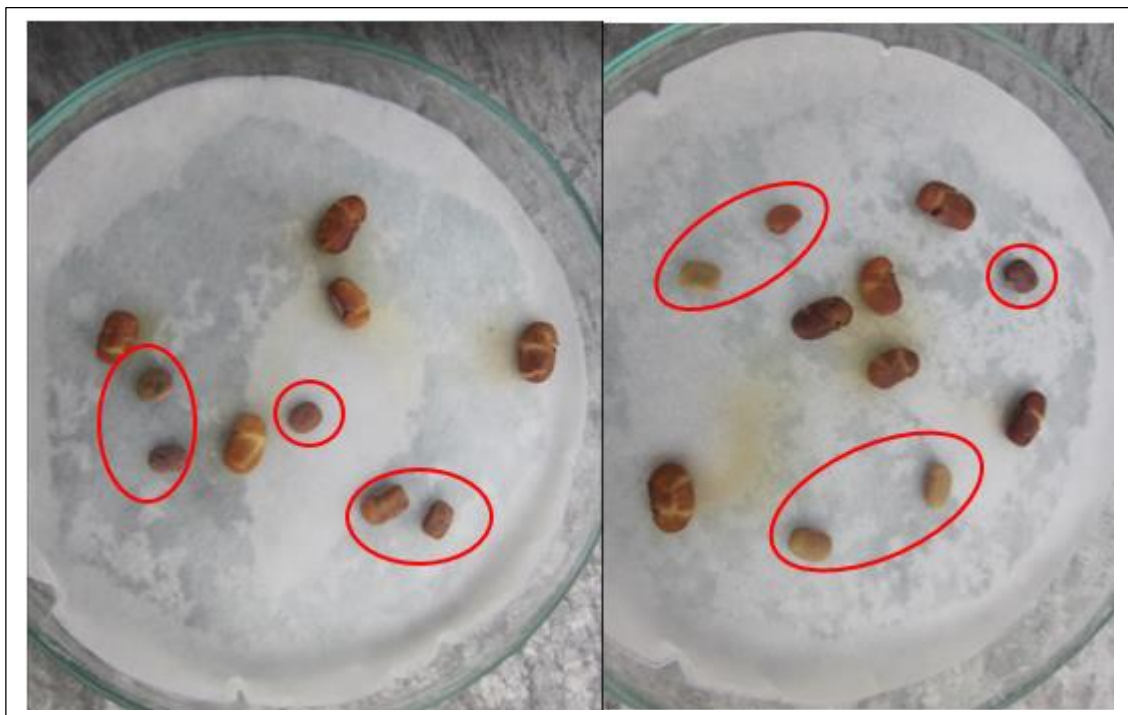


Figura 8. Presencia de semillas duras de *C. macrocarpum*.

Tomado de trabajo de campo. Fuente: La autora.

Rodríguez, Schultze-Kraft y Guevara (2006), obtuvieron resultados de germinación entre 8 y 62.5% en especies del género *Centrosema* y afirman que las leguminosas forrajeras tropicales presentan con frecuencia porcentajes de semilla dura superiores al 80%.

Para el caso de *A. pinto*, Castelán, et al. (2005), en su estudio “Poder germinativo de semillas de *Arachis pinto*” demostraron que la germinación de esta especie se ve muy comprometida por las condiciones en las cuales fue producida y cosechada la semilla. Es así que ellos obtuvieron porcentajes de germinación inferiores al 50% debido a las bajas precipitaciones que se presentaron durante la producción de la semilla y que afectaron a su completa maduración (p.27).

En el caso de las dos especies en estudio, los porcentajes de germinación obtenidos se encuentran dentro de los valores reportados por las investigaciones antes mencionadas.

4.3 Porcentaje de Cobertura

La Tabla 5 muestra los promedios de cobertura que presentaron los tratamientos durante la época de lluvia, es decir en los meses de marzo a junio. La medición de esta variable se hizo por primera vez el 22 de marzo, a los 5 meses a partir de la siembra. Se puede observar que existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.01$).

Tabla 5

Promedio del porcentaje de cobertura durante la época de lluvia

Meses de cosecha	TRATAMIENTOS				Significancia
	T1	T2	T3	T4	
22-marzo	8.33a	5.33ab	4.00ab	2.67b	*
02- mayo	-	-	-	-	-
14- junio	8.06a	7.53ab	4.43bc	1.59c	**

Nota: Elaborado por la autora. La variable se mide en $\%/m^2$. Los resultados para el corte del mes de mayo, no se pudieron obtener debido a que se perdió esa cosecha por ingreso de ganado en el área del experimento. La significancia se muestra según los resultados que arroja el ADEVA, realizado en el programa estadístico R. Medias en la misma fila con una letra común no presentan diferencias estadísticas (Tukey, $p > 0.05$)

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

El análisis de varianza de los meses de marzo y junio, permitió identificar que las diferencias estadísticas se encuentran entre las especies: *A. pinto* y *C. macrocarpum* (Factor A), y no entre los métodos de siembra (Factor B); de igual manera muestra que no existe interacción entre estos dos factores, como se observa en las Tablas 6 y 7.

La prueba Levene para Homogeneidad de Varianzas y Shapiro Wilk para Normalidad determinó $p\text{-value} > 0.05$, por lo que los datos se distribuyen de forma normal.

Tabla 6*Análisis de varianza para el porcentaje de cobertura en el mes de marzo.*

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	74.92					
Bloques	2	2.17	1.08	0.33	5.14	10.92	
Tratamientos	3	52.92	17.64	5.34	4.76	9.78	*
Factor A	1	36.75	36.75	11.12	5.99	13.75	*
Factor B	1	14.08	14.08	4.26	5.99	13.75	ns ^a
Interacción	1	2.08	2.08	0.63	5.99	13.75	Ns
Error	6	19.83	3.31				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

*p<0.05 **p<0.01 ^aNo existen diferencias significativas (p>0.05).

CV= 6.57%

Tabla 7*Análisis de varianza para el porcentaje de cobertura en el mes de junio.*

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	106.23					
Bloques	2	15.60	7.80	5.00	5.14	10.92	
Tratamientos	3	81.27	27.09	17.38	4.76	9.78	**
Factor A	1	68.78	68.78	44.13	5.99	13.75	**
Factor B	1	8.48	8.48	5.44	5.99	13.75	ns ^a
Interacción	1	4.00	4.00	2.57	5.99	13.75	ns
Error	6	9.35	1.56				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

*p<0.05 **p<0.01 ^aNo existen diferencias significativas (p>0.05).

CV= 8.12%

En la Figura 9 se muestra Tukey al 5% para los promedios de cobertura que presentaron las especies en estudio a lo largo de la época de lluvia, donde se puede observar que *A. pintoii*, obtuvo un mayor porcentaje de cobertura durante toda esta época.

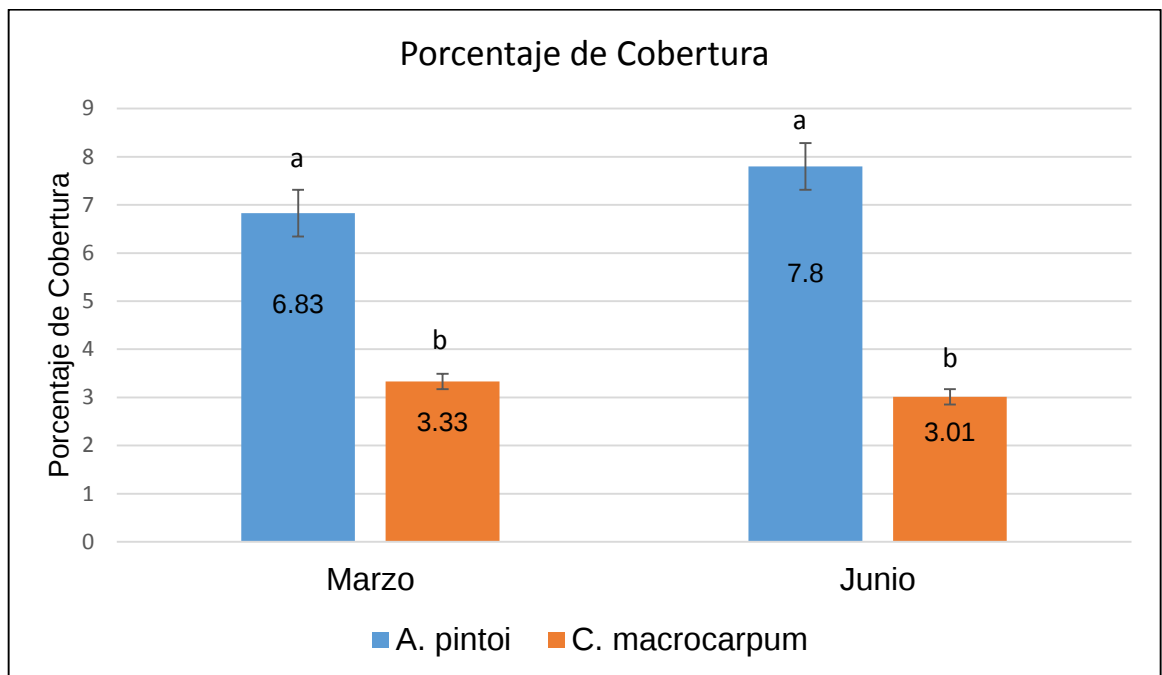


Figura 9. Tukey al 5% para el porcentaje de cobertura de las leguminosas en la época de lluvia.

Fuente: La autora

En la Figura 10 se muestran los promedios del porcentaje de cobertura según el método de siembra, donde no existió diferencia estadística.

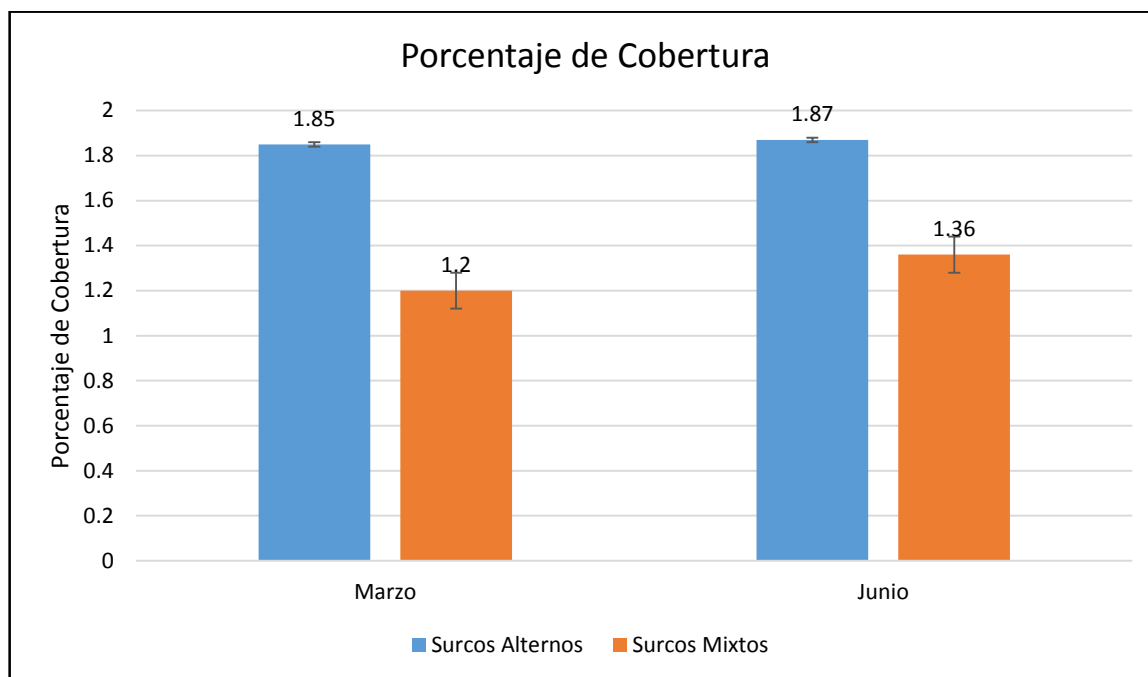


Figura 10 Promedio de porcentaje de cobertura, según el método de siembra, en la época de lluvia

Fuente: La autora

En la Tabla 8 se muestran los promedios de cobertura que presentaron los tratamientos durante la época seca, es decir en los meses de julio a octubre, en donde se encontraron diferencias altamente significativas en cada una de las cosechas ($p < 0.01$).

Tabla 8

Porcentaje de cobertura durante la época seca

Meses de cosecha	TRATAMIENTOS				Significancia
	T1	T2	T3	T4	
26- julio	10.79a	6.84ab	3.69b	2.77b	**
05- septiembre	8.09a	6.90a	3.09b	1.56b	**
16- octubre	9.75a	7.63a	2.44b	1.21b	**

Nota: Elaborado por la autora. La variable se mide en $\%/m^2$. La significancia se muestra según los resultados que arroja el ADEVA, realizado en el programa estadístico R. Medias en la misma fila con una letra común no presentan diferencias estadísticas (Tukey, $p > 0.05$)

** $p < 0.01$

En el análisis de varianza, de cada mes (Tabla 9, 10 y 11), se pudo verificar el mismo comportamiento que las leguminosas presentaron en la época de lluvia; encontrándose que, en

los tres meses de sequía existen diferencias altamente significativas entre las especies de leguminosas (Factor A), mas no en los métodos de siembra utilizados (Factor B), ni en la interacción entre estos dos factores.

La prueba Levene para Homogeneidad de Varianzas y Shapiro Wilk para Normalidad determinó $p\text{-value} > 0.05$, por lo que los datos se distribuyen de forma normal.

Tabla 9

Análisis de Varianza para el porcentaje de cobertura en el mes de julio

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	150.57					
Bloques	2	12.71	6.35	1.94	5.14	10.92	
Tratamientos	3	118.22	39.41	12.03	4.76	9.78	**
Factor A	1	93.47	93.47	28.54	5.99	13.75	**
Factor B	1	17.84	17.84	5.45	5.99	13.75	ns ^a
Interacción	1	6.92	6.92	2.11	5.99	13.75	ns
Error exp.	6	19.65	3.28				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ ^a No existen diferencias significativas ($p > 0.05$).

CV= 7.34%

Tabla 10

Análisis de Varianza para el porcentaje de cobertura en el mes de septiembre

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	98.65					
Bloques	2	3.38	1.69	1.07	5.14	10.92	
Tratamientos	3	85.85	28.62	18.21	4.76	9.78	**
Factor A	1	80.19	80.19	51.03	5.99	13.75	**
Factor B	1	5.58	5.58	3.55	5.99	13.75	ns ^a
Interacción	1	0.09	0.09	0.06	5.99	13.75	Ns
Error exp.	6	9.43	1.57				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ ^a No existen diferencias significativas ($p > 0.05$).

CV= 6.25%

Tabla 11*Análisis de Varianza para el porcentaje de cobertura en el mes de octubre*

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	166.18					
Bloques	2	2.10	1.05	0.46	5.14	10.92	
Tratamientos	3	150.45	50.15	22.07	4.76	9.78	**
Factor A	1	141.45	141.45	62.26	5.99	13.75	**
Factor B	1	8.40	8.40	3.70	5.99	13.75	ns ^a
Interacción	1	0.60	0.60	0.26	5.99	13.75	Ns
Error exp.	6	13.63	2.27				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

*p<0.05 **p<0.01 ^a No existen diferencias significativas (p>0.05).

CV= 6.95%

En la Figura 11 se muestran los promedios de cobertura que presentaron las leguminosas estudiadas durante la época seca, se observa un comportamiento favorable en maní forrajero mientras que en centrosema se pudo evidenciar las consecuencias del estrés hídrico, lo que ocasionó una reducción en el porcentaje de cobertura de esta leguminosa.

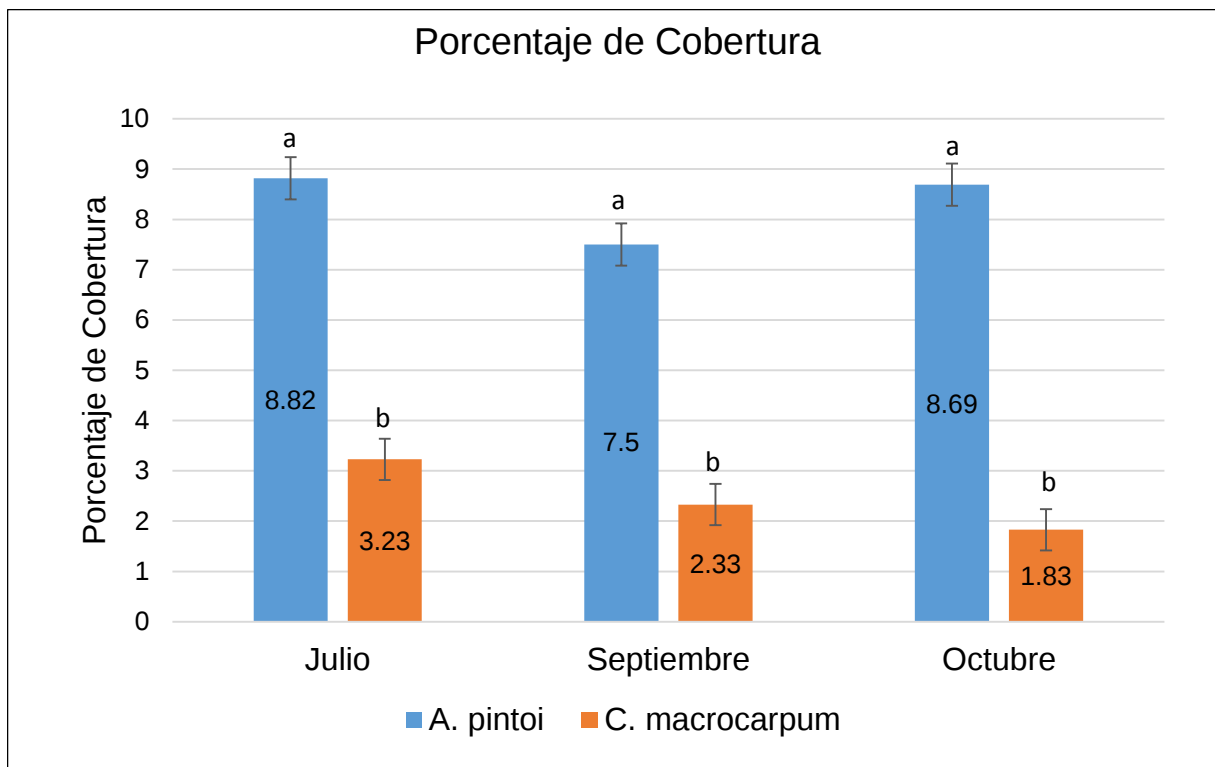


Figura 11. Tukey al 5% para el porcentaje de cobertura de las leguminosas en la época de sequía.

Fuente: La Autora.

En la Figura 12 se muestran los promedios del porcentaje de cobertura según el método de siembra, donde no existió diferencia estadística.

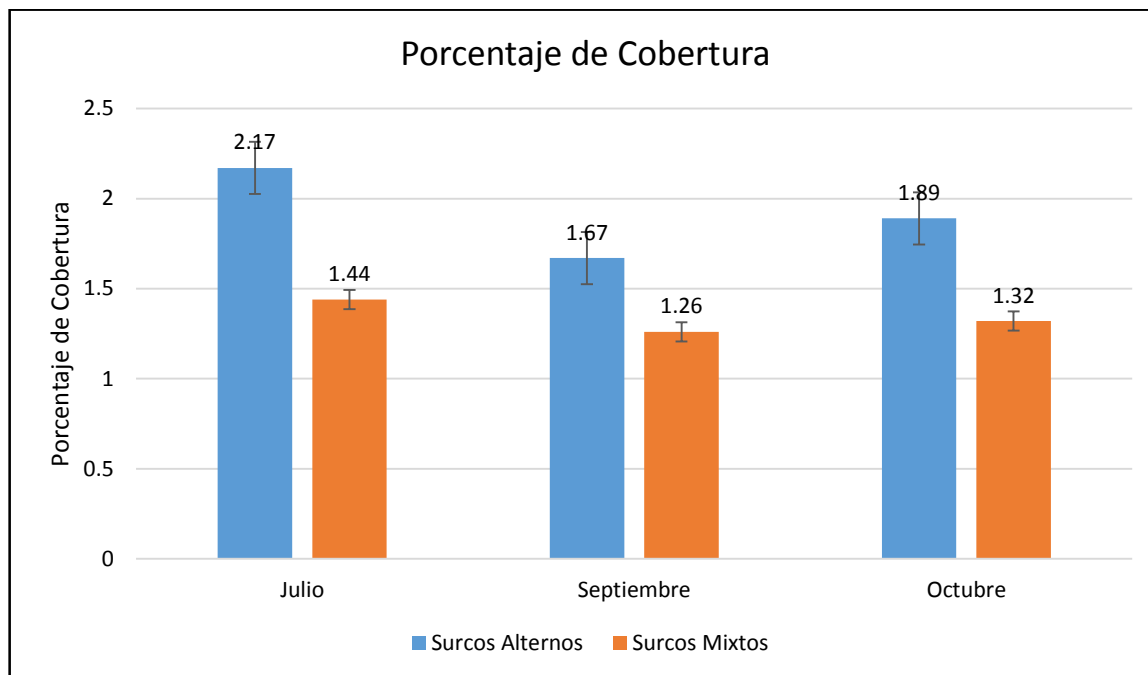


Figura 12 Promedio del porcentaje de cobertura, según el método de siembra, para la época de sequía.

Fuente: La Autora

El desempeño de las leguminosas es acorde al comportamiento característico de cada una de ellas. *A. pinto* posee un hábito de crecimiento postrado y estolonífero, que se adapta bien a la sombra; además, gracias a la habilidad de sus estolones para enraizar y a la alta reserva de semillas que posee en el suelo, es exitoso como cultivo de cobertura (Godoy, et al., 2012). Mientras que *C. macrocarpum* suele registrar problemas de establecimiento, caracterizándose por tener un crecimiento lento y desarrollo vegetativo raquíutico durante los primeros meses a partir de la siembra, lo que genera pérdidas en el espacio que ocupa dentro de la parcela (Llapapasca, 2014; Pashanasi, Vásquez, y Araujo, 2012).

En la Figura 13 se puede analizar el comportamiento de las leguminosas durante todo el ensayo, donde *A. pinto* tuvo un desarrollo constante en la época de lluvia, la reducción que se observa en el mes de septiembre coincide con la ausencia de lluvias que se presentó en los meses de julio y agosto; esto también lo mencionan Rojas (2007) y Holgado (2011) quienes afirman que el maní forrajero durante la época de sequía pierde sus hojas y estolones por desecamiento, pero que al reiniciar las lluvias se presentan rebrotes, como se puede observar en la cosecha de

octubre, en donde esta leguminosa se recupera con las lluvias que se dieron en las primeras semanas de ese mes.

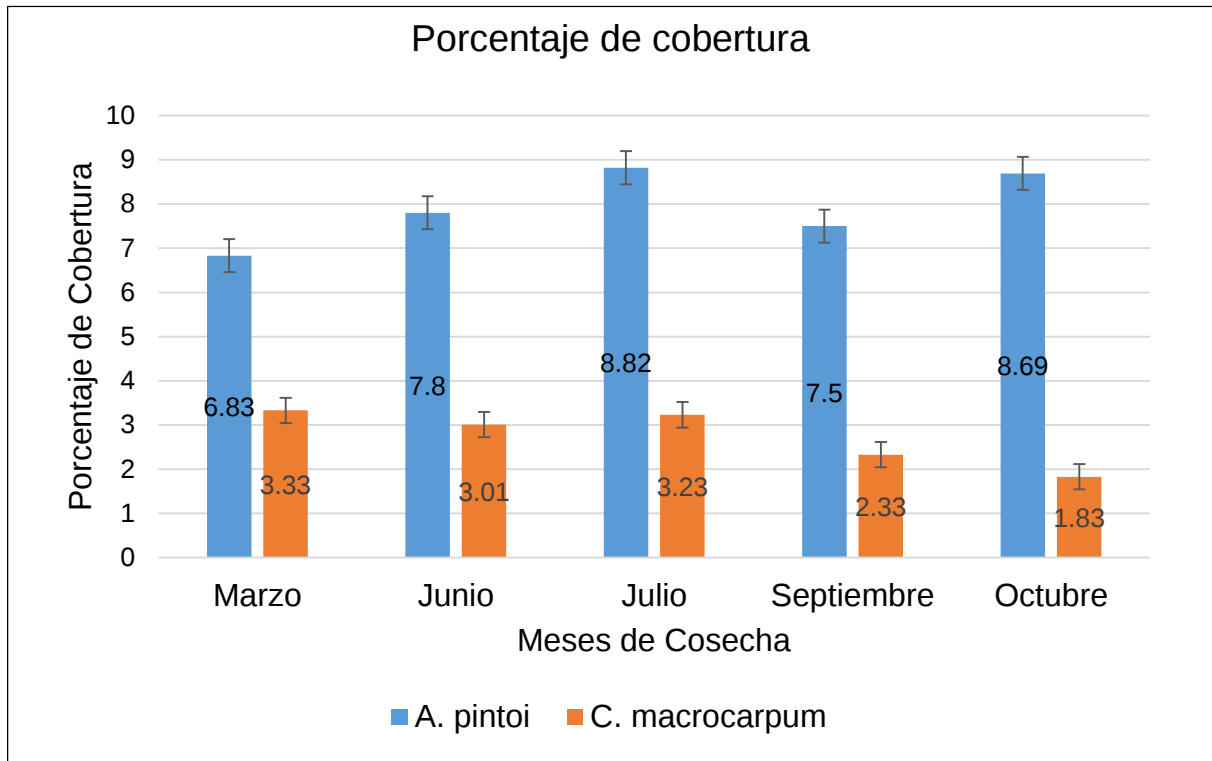


Figura 13. Promedio del porcentaje de cobertura de las leguminosas durante todo el ensayo.

Fuente: La Autora

Para el caso de *A. pinto*, el porcentaje de cobertura que presente cambiará según la variedad, la gramínea con la que se está realizando el asocio y el tiempo que la leguminosa ha permanecido en la pastura. Rincón (2001) evaluó 11 variedades de esta leguminosa, en asociación con gramíneas del género *Brachiaria*, encontrando porcentajes de cobertura desde 8.2% hasta 81.2%, a los 45 días de corte (p. 21).

Argel y Villarreal (2003), documentan que al sembrar maní forrajero en asociación con una pastura de *Brachiaria decumbens*, de 15 años de edad, *A. pinto* logró una proporción de 10% dentro de la pastura a los 5 meses después de la siembra y un 40%, 2 años después.

Por el contrario, se puede observar que *C. macrocarpum* fue reduciendo su porcentaje de cobertura a lo largo del ensayo, sediendo espacio a la gramínea del asocio y generando el desarrollo de maleza en algunas parcelas.

En el caso de *C. macrocarpum*, esta ha presentado, en monocultivo, coberturas de hasta el 100% a partir de las 18 semanas después de la siembra (Ignacio, 2014, p. 49). Mientras que al utilizarla para el control de malezas, Llapapasca (2014), encontró que al tercer mes después de la siembra alcanzó un valor de 9.85%/m² siendo este porcentaje inferior a lo obtenido por las demás leguminosas en estudio: *Vigna unguiculata* y *Cajanus cajan* (p.29).

En cuanto al porcentaje de cobertura, el desarrollo lento de las leguminosas en estudio pudo haber sido una consecuencia del bajo porcentaje de germinación, lo cual redujo significativamente el número de plantas presentes en las parcelas; esto fue aprovechado por la gramínea que fue invadiendo estos espacios. A pesar de esto, los resultados obtenidos se encuentran dentro de los valores hallados en las investigaciones antes mencionadas.

4.4 Producción de Materia Seca (MS)

En la Tabla 12, se detallan los promedios de producción que obtuvieron los tratamientos en la época de lluvia, es decir, en los meses de marzo a junio. La primera cosecha se realizó el 22-marzo, a los 5 meses después de la siembra. Se puede observar que en estas cosechas existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 12

Producción de materia seca durante la época de lluvia.

Fecha	TRATAMIENTOS				Significancia
	T1	T2	T3	T4	
22-marzo	990.83ab	1075.59ab	931.65b	1144.12 ^a	*
02- mayo	-	-	-	-	-
14- junio	943.22bc	1671.67a	788.17c	1522.30ab	*

Nota: Fuente: La Autora. La variable se mide en kg de materia seca por hectárea (kg MS/ha). Los resultados para el corte del mes de mayo, no se pudieron obtener debido a que se perdió esa cosecha por ingreso de ganado en el área del experimento. La significancia se muestra según los resultados que arroja el ADEVA, realizado en el programa estadístico R. Medias en la misma fila con una letra común no presentan diferencias estadísticas (Tukey, p>0.05)

* p<0.05

En las dos cosechas realizadas, el análisis de varianza demostró que existen diferencias significativas entre los tratamientos; específicamente en el método de siembra utilizado (Factor B), y no en la especie de leguminosa (Factor A), como lo muestran las Tablas 13 y 14.

La prueba Levene para Homogeneidad de Varianzas y Shapiro Wilk para Normalidad determinó $p\text{-value} > 0.05$, por lo que los datos se distribuyen de forma normal.

Tabla 13

Análisis de varianza para la producción de materia seca en el mes de marzo

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	120673.64					
Bloques	2	12273.39	6136.69	1.23	5.14	10.92	
Tratamientos	3	78554.14	26184.71	5.26	4.76	9.78	*
Factor A	1	65.47	65.47	0.01	5.99	13.75	ns ^a
Factor B	1	66256.28	66256.28	13.32	5.99	13.75	*
Interacción	1	12232.38	12232.38	2.46	5.99	13.75	Ns
Error exp.	6	29846.12	4974.35				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ ^a No existen diferencias significativas ($p > 0.05$).

CV= 6.81%

Tabla 14

Análisis de Varianza para la producción de materia seca en el mes de junio

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	2089376.58					
Bloques	2	30067.39	15033.70	0.23	5.14	10.92	
Tratamientos	3	1673865.43	557955.14	8.69	4.76	9.78	*
Factor A	1	69500.61	69500.61	1.08	5.99	13.75	ns ^a
Factor B	1	1604340.57	1604340.57	24.97	5.99	13.75	**
Interacción	1	24.25	24.25	0.00	5.99	13.75	Ns
Error exp.	6	385443.76	64240.63				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ ^a No existen diferencias significativas ($p > 0.05$).

CV= 7.32%

Es así que durante la época de lluvia, la siembra en surcos mixtos fue la que mayor producción presentó en las dos especies en estudio, como lo muestra la Figura 14.

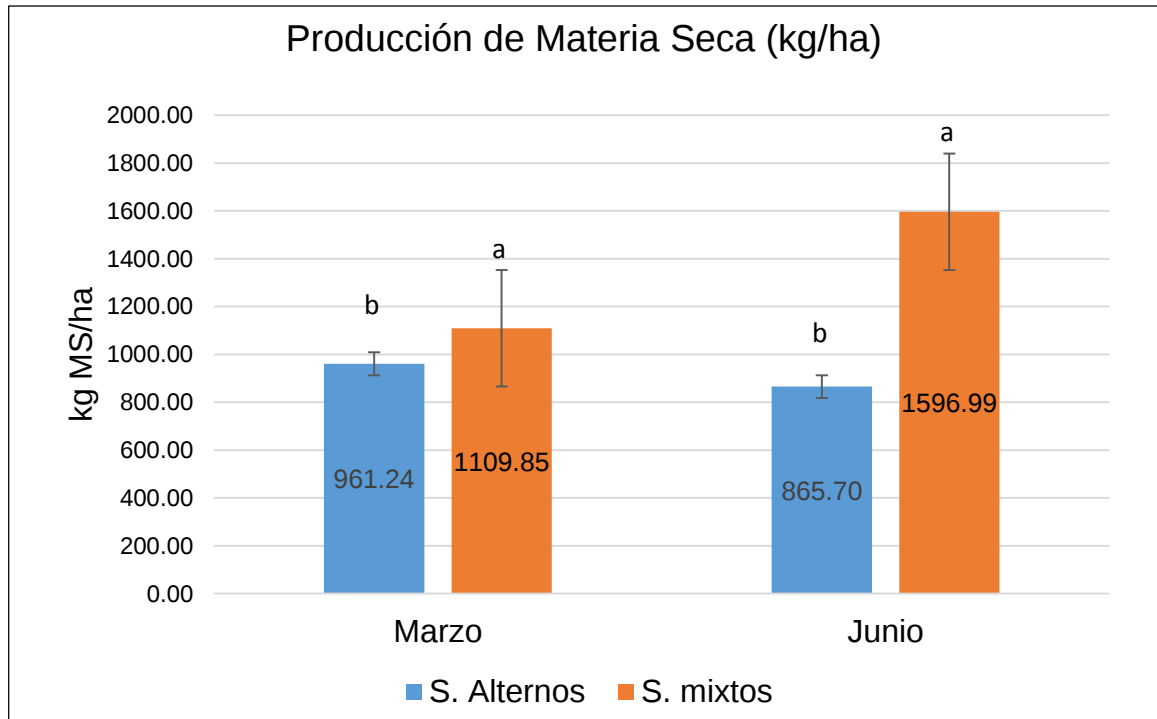


Figura 14. Tukey al 5% para la producción de materia seca, según el método de siembra, en la época de lluvia.

Fuente: La Autora.

En la Figura 15 se muestran los promedios de producción de materia seca, según la especie de leguminosa, *Arachis pintoi* y *Centrosema macrocarpum*, en donde no existió diferencia estadística.

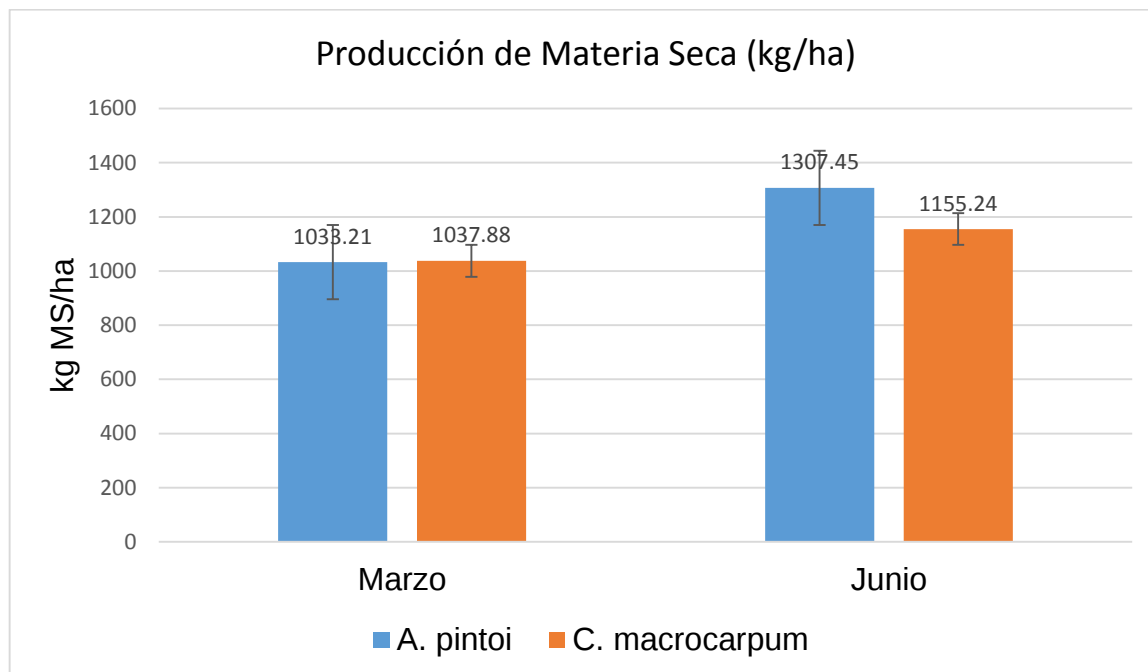


Figura 15 Promedio de producción de materia seca (kg/ha) según especie de leguminosa, para la época de lluvia.

Fuente: La autora

En la Tabla 15 se muestran los promedios de producción que presentaron los tratamientos para la época de sequía, es decir para los meses de julio a octubre; en este caso no se registraron diferencias significativas ($p > 0.05$), en oposición con lo encontrado en la época de lluvia.

Tabla 15

Producción de materia seca en la época de sequía.

Fecha	TRATAMIENTOS				Significancia
	T1	T2	T3	T4	
26- julio	1358.25	2180.26	1251.04	1586.76	ns ^a
05- septiembre	359.09	622.38	425.33	460.47	Ns
16- octubre	473.50	621.22	487.18	596.29	Ns

Nota: Fuente: La Autora. La variable se mide en kg de materia seca por hectárea (kg MS/ha). La significancia se muestra según los resultados que arroja el ADEVA, realizado en el programa estadístico R.

^a No existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$).

En las Tablas 16, 17 y 18 se muestran los análisis de varianza para la producción de materia seca en cada uno de los meses de sequía.

La prueba Levene para Homogeneidad de Varianzas y Shapiro Wilk para Normalidad determinó p-value > 0.05, por lo que los datos se distribuyen de forma normal.

Tabla 16

Análisis de varianza para la producción de materia seca en julio

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	2791066.38					
Bloques	2	146982.53	73491.27	0.40	5.14	10.92	
Tratamientos	3	1550860.41	516953.47	2.84	4.76	9.78	ns ^a
Factor A	1	368249.38	368249.38	2.02	5.99	13.75	ns
Factor B	1	1005259.85	1005259.85	5.52	5.99	13.75	ns
Interacción	1	177351.18	177351.18	0.97	5.99	13.75	ns
Error exp.	6	1093223.44	182203.91				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

^a No existen diferencias significativas (p>0.05).

CV= 8.76%

Tabla 17

Análisis de varianza para la producción de materia seca en septiembre

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	555523.31					
Bloques	2	119108.23	59554.12	2.69	5.14	10.92	
Tratamientos	3	303769.35	101256.45	4.58	4.76	9.78	ns ^a
Factor A	1	31312.04	31312.04	1.42	5.99	13.75	ns
Factor B	1	268585.86	268585.86	4.70	5.99	13.75	ns
Interacción	1	3871.46	3871.46	0.18	5.99	13.75	ns
Error exp.	6	132645.72	22107.62				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

^a No existen diferencias significativas (p>0.05).

CV= 8.45%

Tabla 18*Análisis de varianza para la producción de materia seca en octubre*

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	241931.45					
Bloques	2	14849.03	7424.51	0.25	5.14	10.92	
Tratamientos	3	50682.40	16894.13	0.57	4.76	9.78	ns ^a
Factor A	1	94.98	94.98	0.00	5.99	13.75	Ns
Factor B	1	49469.95	49469.95	1.68	5.99	13.75	Ns
Interacción	1	1117.47	1117.47	0.04	5.99	13.75	Ns
Error exp.	6	176400.02	29400.00				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

^a No existen diferencias significativas ($p>0.05$).

CV= 6.51%

Las Figuras 16 y 17 muestran los promedios de producción de materia seca, para los factores: especie de leguminosa y método de siembra, en donde no existió diferencias estadísticas.

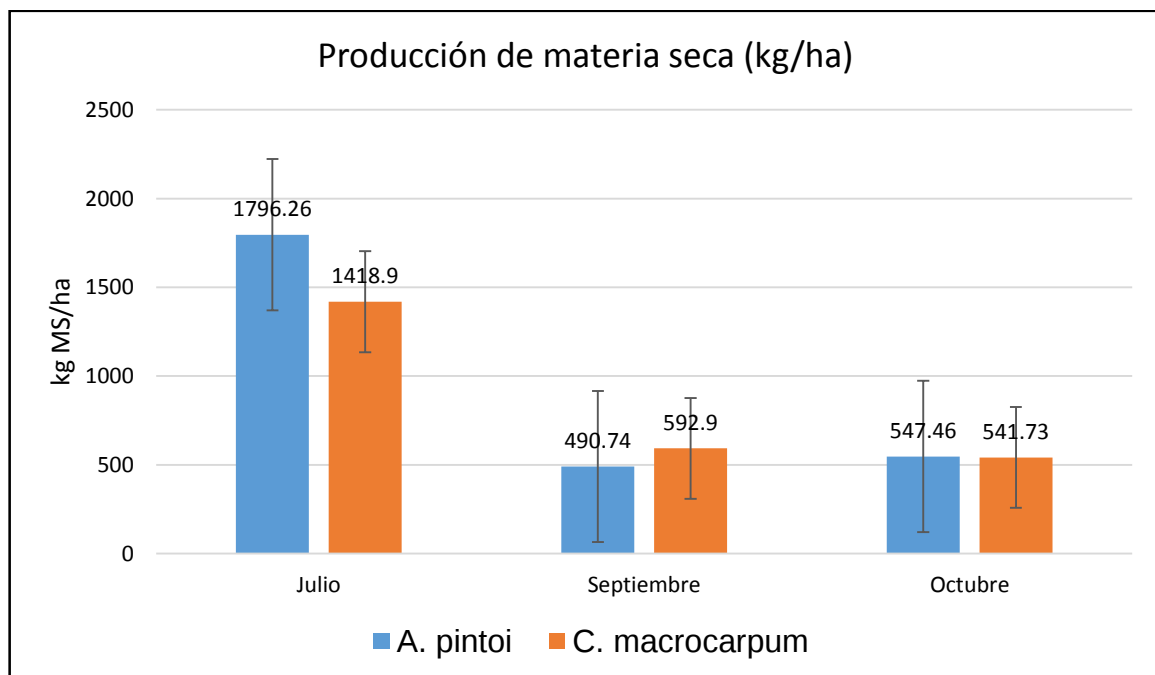


Figura 16 Promedio de producción de materia seca (kg/ha) según la especie de leguminosa, durante la época seca

Fuente: La autora.

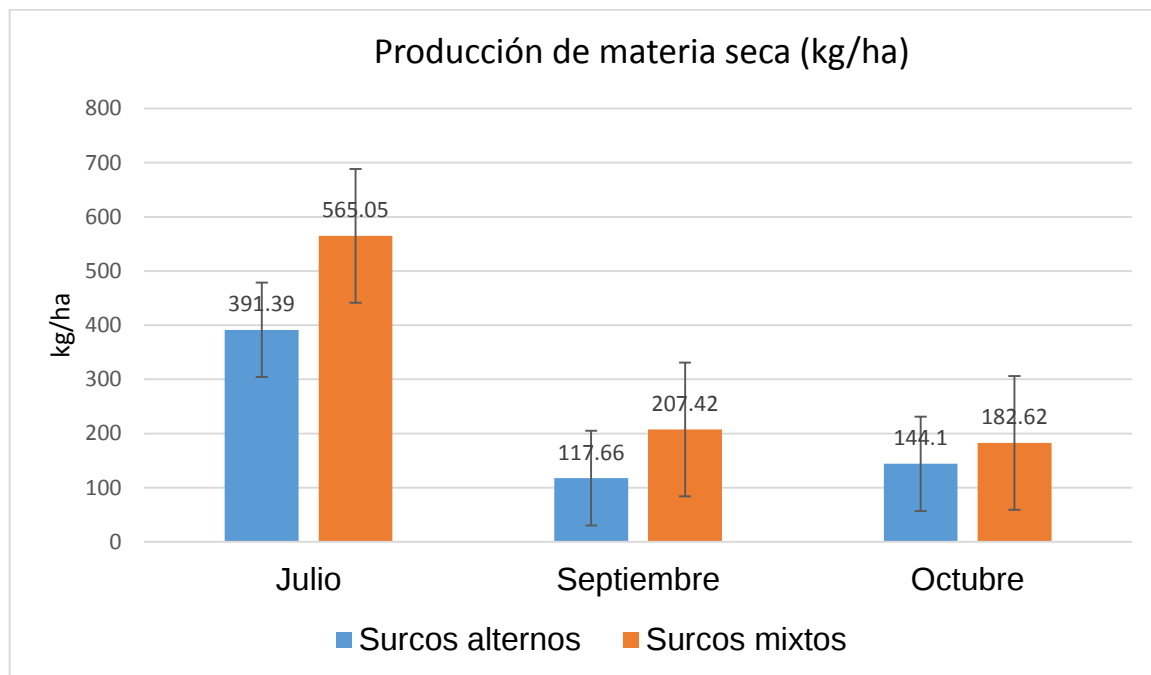


Figura 17 Promedio de producción de materia seca (kg/ha), según el método de siembra, para la época de sequía

Fuente: La autora

Al analizar el comportamiento de los tratamientos durante todo el ensayo (Figura 18), se evidenció que en los meses de sequía (julio-octubre) la producción se redujo. Estos resultados se corroboran con varios estudios en donde la producción forrajera de pasturas del género *Brachiaria* se ven reducidas hasta en un 50% en esta época del año (Acevedo, Duarte y Sevilla, 2008; Sosa, et al., 2008).

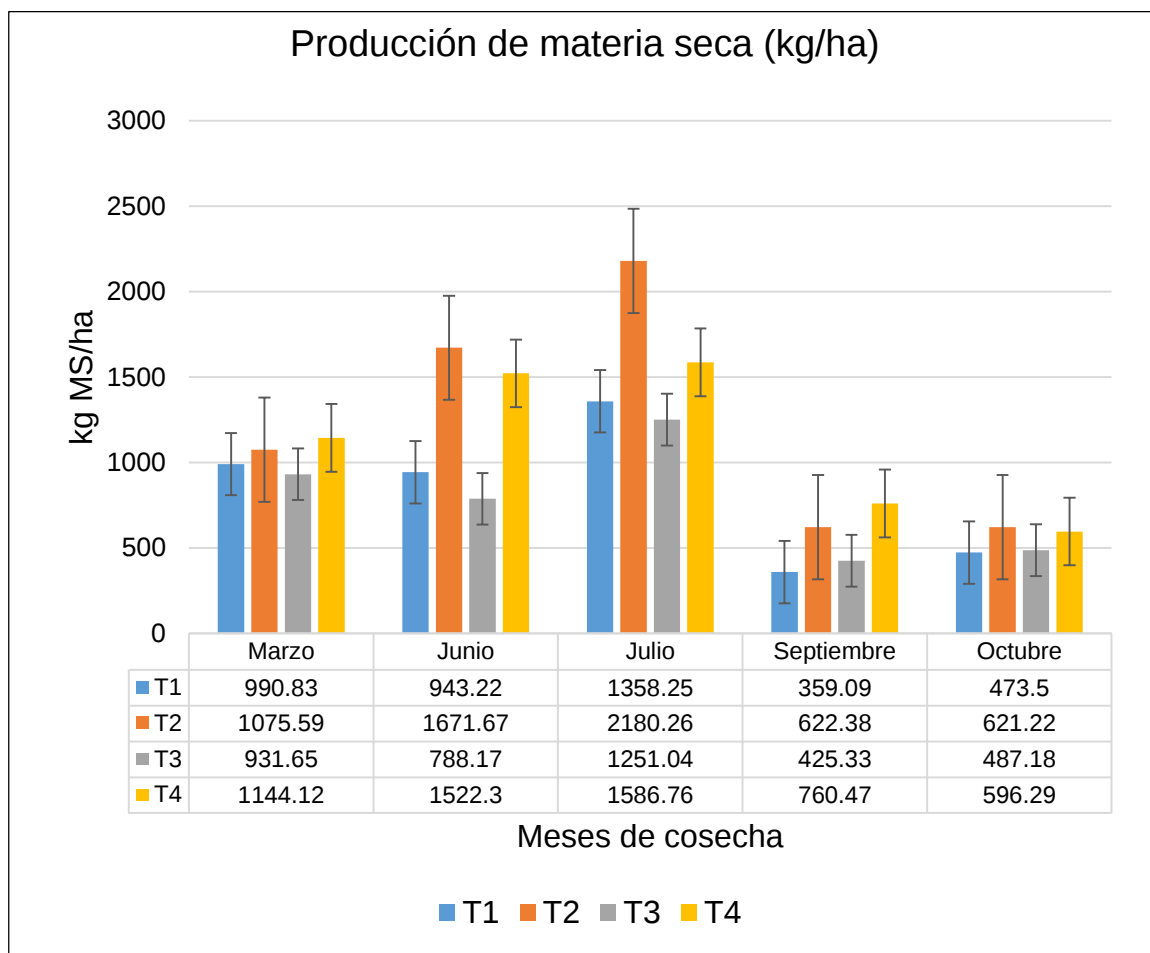


Figura 18. Promedio de producción de materia seca (kg/ha) de los tratamientos durante todo el ensayo.

Fuente: La Autora.

En la investigación realizada por Cab, et al. (2008), una pastura conformada por asociaciones de gramíneas del género *Brachiaria* con *A. pintoii*, la producción, en época de sequía se reduce hasta en un 75% (p.323) similar a lo que sucedió en esta investigación.

De igual forma, Sosa, et al. (2008), evidencian que la producción de *C. macrocarpum* se ve muy afectada por la época del año, produciendo 0.7 tnMS/ha en la época seca, mientras que en la época lluviosa produce 2.3 tnMS/ha (p. 423).

Aunque no existen diferencias significativas entre los tratamientos para los meses de sequía, se puede ver que los tratamientos T2 y T4 siempre tuvieron una mayor producción de materia seca,

esto se debe a que en este método de siembra (surcos mixtos) existe mayor presencia de la gramínea.

Rincón (2001), comprobó en su ensayo que las gramíneas forrajeras producen mayor cantidad de materia seca que las leguminosas; esto es ratificado por Labarthe y Pelta (2009), quienes explican que las gramíneas ocupan una vía fotosintética, denominada C4, lo cual les hace más eficientes a la hora de fijar y transportar el CO₂ del cual después obtienen oxígeno y azúcares que la planta ocupa en su desarrollo. De igual manera, explican, que las plantas C4 usan el agua de manera más eficiente que las plantas C3 (dentro de las cuales están todas las leguminosas forrajeras) ya que necesitan menos cantidad de agua por molécula de CO₂ capturada (pp.5-6).

En forma general, Águila (2014), reportó producciones de materia seca, para mezclas forrajeras de *A. pintoii* con *Brachiaria decumbens*, de 1350.9 kg/ha para la época de lluvias y 1118.8 kg/ha para la época seca (p. 40). De igual manera, Rincón (2001), al probar diferentes ecotipos de maní forrajero en asociación con *Brachiaria spp.*, documenta producciones desde 120 kg MS/ha hasta 2020 kg MS/ha, a los 45 días de corte (p. 21).

En el caso de *C. macrocarpum* no se registran producciones en asociación con *B. decumbens*, sin embargo *C. pubescens*, de características muy similares a la leguminosa en estudio, ha registrado valores de 1600 kg MS/ha (Ali, et al., 2014, p. 85).

4.5 Proteína Cruda (PC)

Esta variable fue analizada a través del método Kjeldahl al finalizar la época de lluvia (14-junio) y de sequía (16-octubre). La Tabla 19 muestra el promedio de proteína cruda (%) que presentaron los tratamientos en cada época.

Tabla 19*Aporte de Proteína Cruda (%) en la época de lluvia y sequía*

Época	TRATAMIENTOS				Significancia
	T1	T2	T3	T4	
Lluvia	15.59	15.99	15.47	13.64	ns ^a
Sequía	15.60ab	17.10 ^a	14.46b	14.08b	*

Nota: Fuente: La Autora. La variable se mide en base a materia seca. La significancia se muestra según los resultados que arroja el ADEVA, realizado en el programa estadístico R. Medias en la misma fila con una letra común no presentan diferencias estadísticas (Tukey, $p > 0.05$)

* $p < 0.05$ ^a No existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$).

Los análisis de varianza demostraron que en la época de lluvia no existieron diferencias estadísticas (Tabla 20), mientras que en la época de sequía (Tabla 21) las diferencias se encuentran específicamente entre las especies de leguminosas (Factor A), presentando mayor aporte proteínico los tratamientos T1 y T2 en donde existía *A. pinto*.

La prueba Levene para Homogeneidad de Varianzas y Shapiro Wilk para Normalidad determinó $p\text{-value} > 0.05$, por lo que los datos se distribuyen de forma normal.

Tabla 20*Análisis de varianza para porcentaje de proteína en la época de lluvia*

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	28.32					
Bloques	2	8.43	4.22	2.53	5.14	10.92	
Tratamientos	3	9.88	3.29	1.98	4.76	9.78	ns ^a
Factor A	1	4.59	4.59	2.75	5.99	13.75	ns
Factor B	1	1.56	1.56	0.93	5.99	13.75	ns
Interacción	1	3.74	3.74	2.24	5.99	13.75	ns
Error exp.	6	10.01	1.67				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

^a No existen diferencias significativas ($p > 0.05$).

CV= 8.51%

Tabla 21

Análisis de varianza para porcentaje de proteína en la época de sequía

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	22.83					
Bloques	2	1.92	0.96	1.33	5.14	10.92	
Tratamientos	3	16.58	5.53	7.66	4.76	9.78	*
Factor A	1	13.00	13.00	18.03	5.99	13.75	**
Factor B	1	0.94	0.94	1.30	5.99	13.75	ns ^a
Interacción	1	2.64	2.64	3.66	5.99	13.75	ns
Error exp.	6	4.33	0.72				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

*p<0.05 **p<0.01 ^a No existen diferencias significativas (p>0.05).

CV= 5.55%

La Figura 19 muestra el promedio de proteína cruda que se presentó en la época seca, según el método de siembra, en donde no se encontraron diferencias estadísticas.

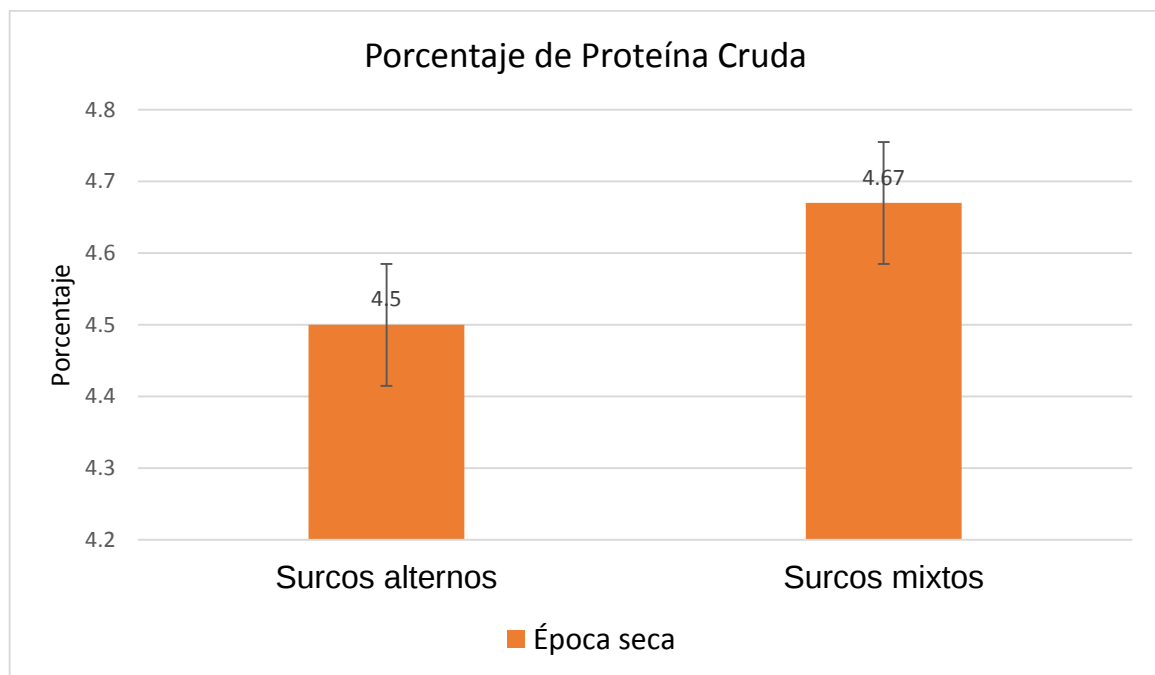


Figura 19 Promedio del porcentaje de proteína cruda, según método de siembra, para la época seca.

Fuente: La autora.

La Figura 20 muestra Tukey al 5% para el porcentaje de proteína cruda, según la especie de leguminosa, para la época seca.

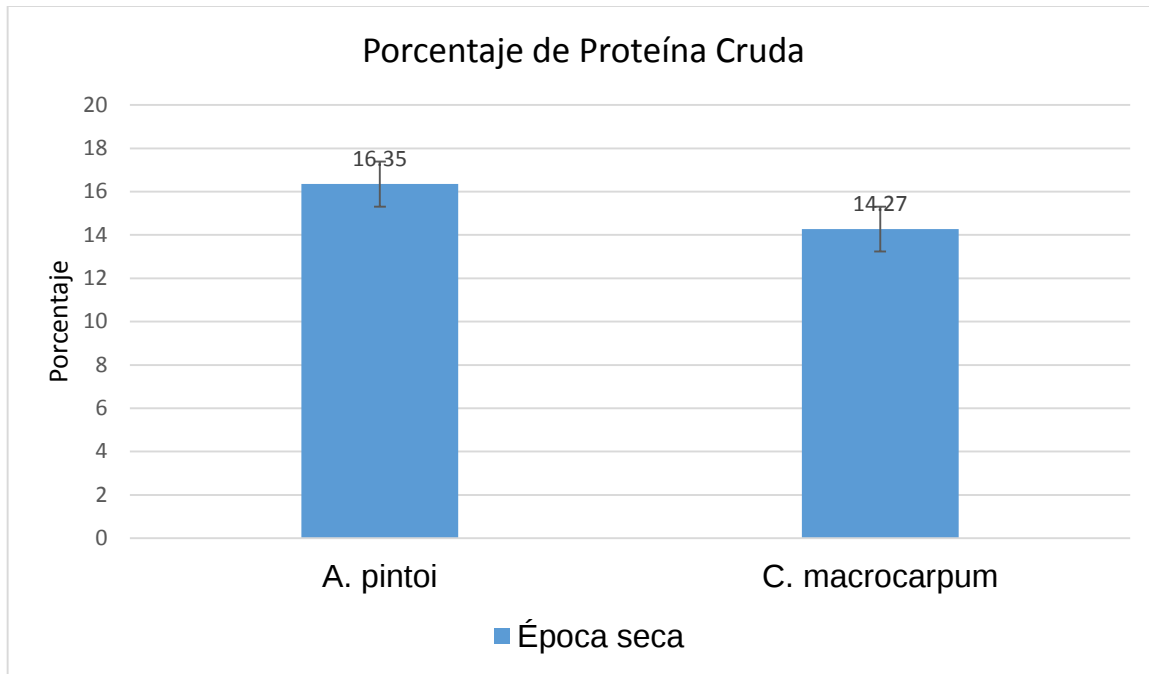


Figura 20 Tukey al 5% para el porcentaje de proteína cruda, según especie de leguminosa, en la época seca

Fuente: La autora.

Esta diferencia estadística concuerda con los porcentajes de cobertura que registraron las leguminosas para los meses de sequía, en donde el maní forrajero pudo mantener su presencia en la parcela, mientras que *C. macrocarpum* fue perdiendo espacio en la misma (Figura 13) lo que redujo el aporte proteínico en estos tratamientos.

Esto es ratificado por Fernández, et al. (2006) quienes encontraron que la introducción de *A. pintoii* a una pastura de gramíneas nativas incrementó el aporte proteínico de la pastura: con la gramínea sola obtuvieron 14.21% de PC; mientras que en la asociación se encontraron valores de 19.48% en promedio (p.372).

Ali, et al., (2014) encontraron que *Brachiaria decumbens* presentó un aporte de proteína de 4.7%, mientras que en la asociación con *Centrosema pubescens* alcanzó entre 6.3% y 18.5% (p.87).

Perozo (2013) establece, en forma general, que una asociación entre gramíneas y leguminosas debe tener un contenido de proteína entre el 14 y 28%, por lo que los datos obtenidos se encuentran dentro de este rango (p.179); y son superiores a lo encontrado por Águila (2014) quien registró 10.6% PC en una asociación de *B. decumbens* con *A. pintoii* (p. 50).

Los 4 tratamientos en estudio registran valores superiores al análisis de la pastura antes de iniciar el ensayo, la misma que presentó 9.75% (Tabla 3).

4.6 Fibra Detergente Neutra (FDN)

Esta variable fue analizada en los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en la Estación Experimental Santa Catalina. La Tabla 22 muestra el contenido promedio de FDN para cada tratamiento, tanto en la época de lluvia como de sequía.

Tabla 22

Porcentaje de FDN en la época de lluvia y de sequía

Época	TRATAMIENTOS				Significancia
	T1	T2	T3	T4	
Lluvia	69.94	70.52	71.68	71.38	ns ^a
Sequía	78.30	78.92	80.54	79.21	ns

Nota: Fuente: La Autora. La variable se mide en base a materia seca. La significancia se muestra según los resultados que arroja el ADEVA, realizado en el programa estadístico R.

^a No existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$).

Las Tablas 23 y 24 muestran los análisis de varianza para las dos cosechas, no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos ($p > 0.05$). La prueba Levene para Homogeneidad de Varianzas y Shapiro Wilk para Normalidad determinó $p\text{-value} > 0.05$, por lo que los datos se distribuyen de forma normal.

Tabla 23*Análisis de varianza para el porcentaje de FDN en la época de lluvia*

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	44.27					
Bloques	2	30.79	15.40	5.00	5.14	10.92	
Tratamientos	3	5.69	1.90	1.46	4.76	9.78	ns ^a
Factor A	1	5.04	5.04	3.89	5.99	13.75	ns
Factor B	1	0.06	0.06	0.05	5.99	13.75	ns
Interacción	1	0.58	0.58	0.45	5.99	13.75	ns
Error exp.	6	7.79	1.30				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

^a No existen diferencias significativas ($p>0.05$).

CV= 1.61%

Tabla 24*Análisis de varianza para el porcentaje de FDN en la época de sequía*

FV	GL	SC	CM	Fo	F 0.05	F 0.01	Significancia
Total	11	37.25					
Bloques	2	6.19	3.10	0.81	5.14	10.92	
Tratamientos	3	8.04	2.68	0.70	4.76	9.78	ns ^a
Factor A	1	4.80	4.80	1.25	5.99	13.75	Ns
Factor B	1	0.39	0.39	0.10	5.99	13.75	Ns
Interacción	1	2.85	2.85	0.74	5.99	13.75	Ns
Error exp.	6	23.02	3.84				

Nota: Elaborado por la autora. FV= Fuentes de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrados Medios.

^a No existen diferencias significativas ($p>0.05$).

CV= 2.47%

Aunque estadísticamente no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, se puede observar que, durante la época de lluvia, estos presentan niveles inferiores en comparación con los análisis iniciales que se hicieron a la pastura, la misma que presentó 75% de FDN, valor que es superior a lo encontrado por Balseca, et al. (2015), en pasturas de *Brachiaria decumbens* en el Ecuador (71.3%).

La reducción del porcentaje de FDN en una asociación de gramíneas con leguminosas también ha sido encontrada por Águila (2014); en su estudio *B. decumbens* presentó 71.5% de FDN, mientras que en la asociación con maní forrajero (este ocupaba un 25% de la composición botánica de la pastura) presentó 65.3% (p. 50).

Por otro lado el incremento de FDN en los tratamientos, para la época seca, ha sido registrado en diferentes especies vegetales, tanto gramíneas como leguminosas. Stehr y Martínez (2008), mencionan que el aporte de FDN para la época seca suele ser 8% mayor que para la época de lluvia. Cuadrado, Torregroza y Garcés (2005), registraron para *B. decumbens* 10% más FDN en la época seca, que lo registrado en la época lluviosa.

Montoya (2011), menciona que el incremento de FDN para la época seca se debe a los cambios de temperatura, fotoperiodo y radiación solar; los cuales influyen en una maduración más rápida de la planta, haciendo que esta aumente su contenido en fibra más rápidamente que en la época lluviosa. Por lo que la calidad del forraje cae en los días más cálidos.

En forma general, los resultados de FDN obtenidos en este estudio se acercan a los valores que suelen presentar pasturas compuestas solo por gramíneas del género *Brachiaria*, los cuales se encuentran entre 66-78% (Ortega, et al., 2015; Jiménez, et al., 2010).

4.7 Socialización de Resultados:

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron presentados a miembros de la comunidad de Lita. La respuesta de la comunidad se ve reflejada en los datos que se muestran a continuación, los mismos que se obtuvieron de la encuesta realizada a los presentes el día de la socialización.

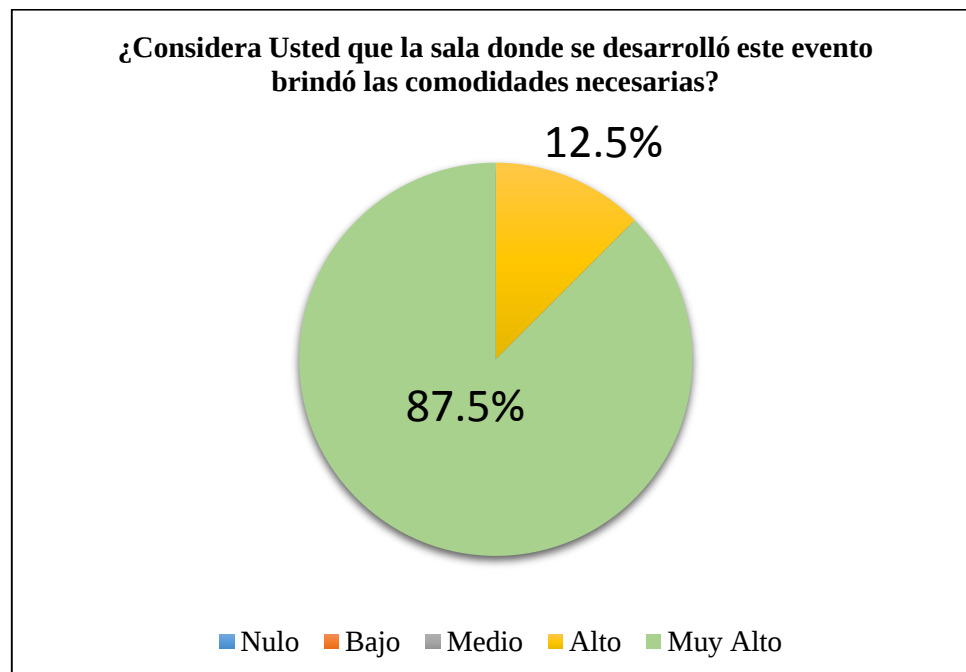


Figura 21. Respuesta a la primera pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.

Fuente: La autora

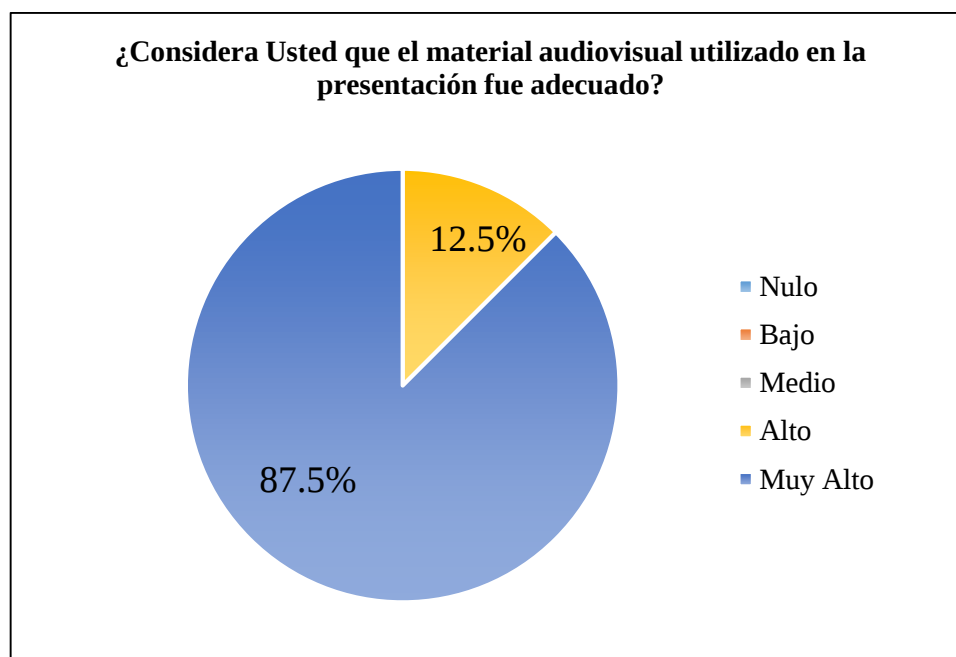


Figura 22. Respuesta a la segunda pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.

Fuente: La autora

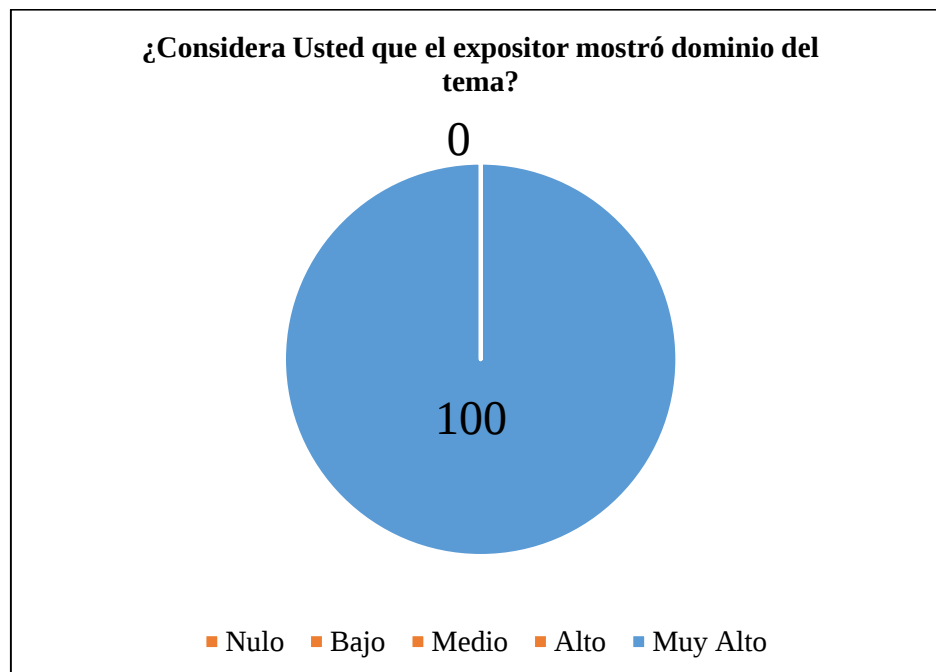


Figura 23. Respuesta a la tercera pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.

Fuente: La autora

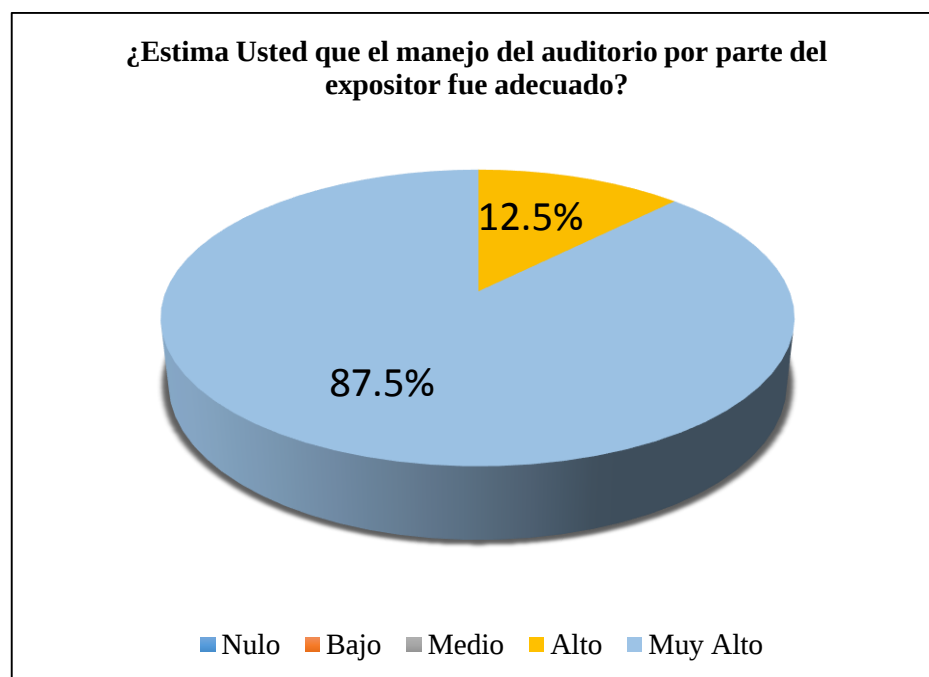


Figura 24. Respuesta a la cuarta pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.

Fuente: La autora

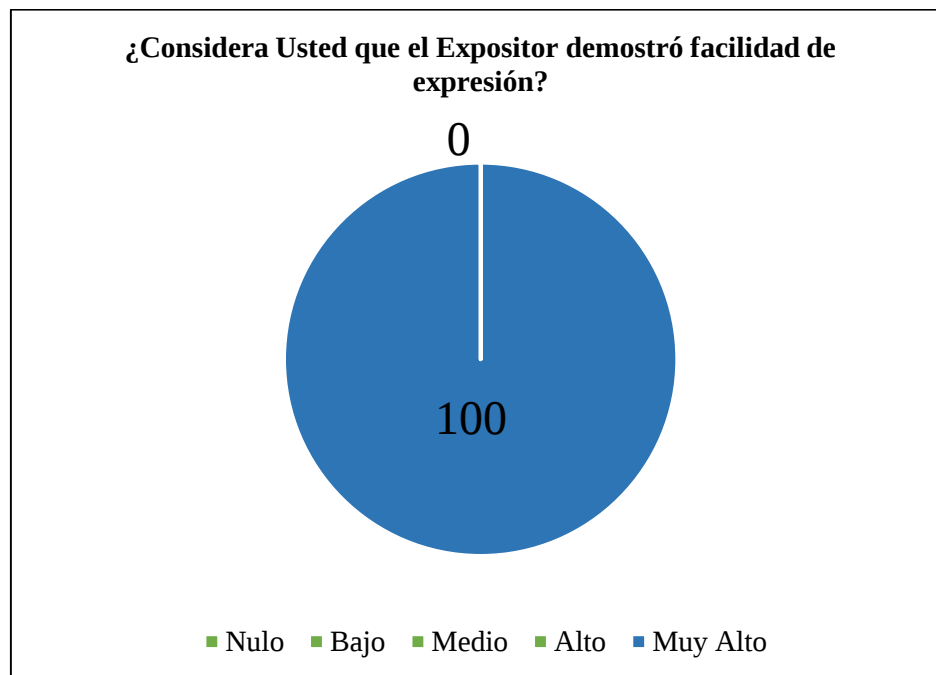


Figura 25. Respuesta a la quinta pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.

Fuente: La autora

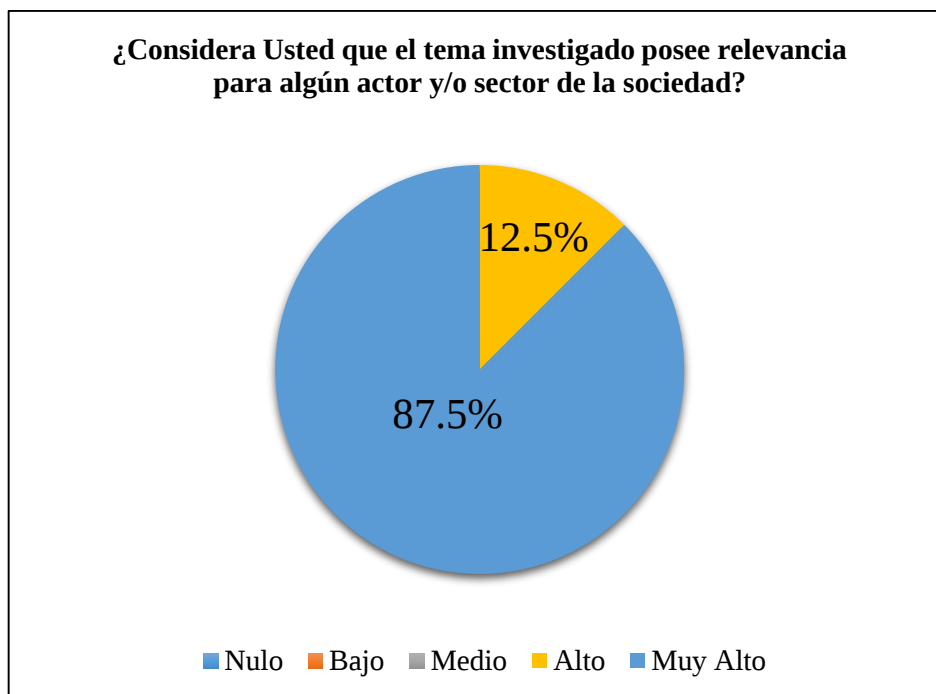


Figura 26. Respuesta a la sexta pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.

Fuente: La autora

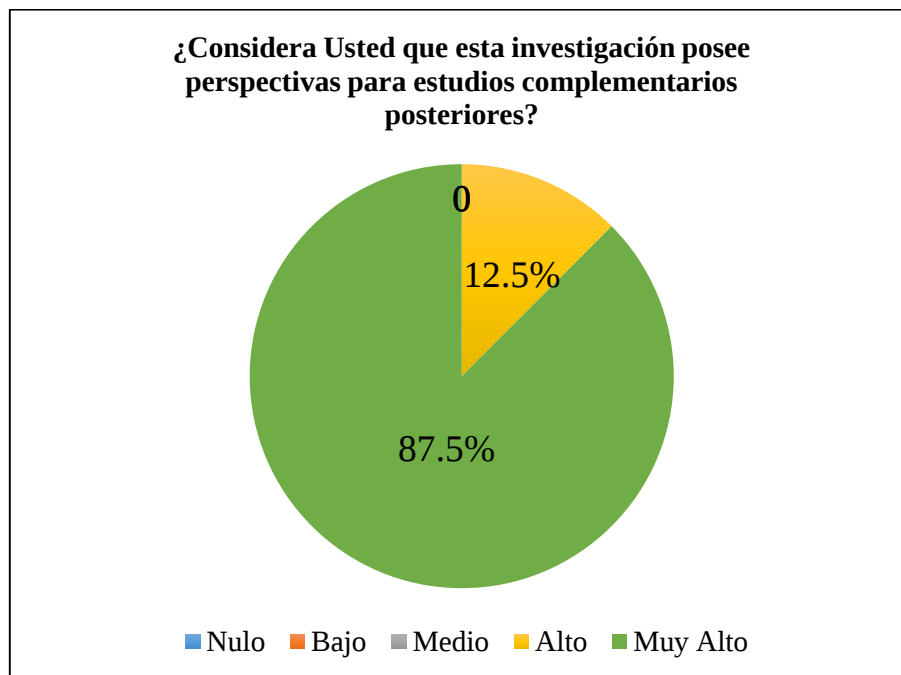


Figura 27. Respuesta a la séptima pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.

Fuente: La autora

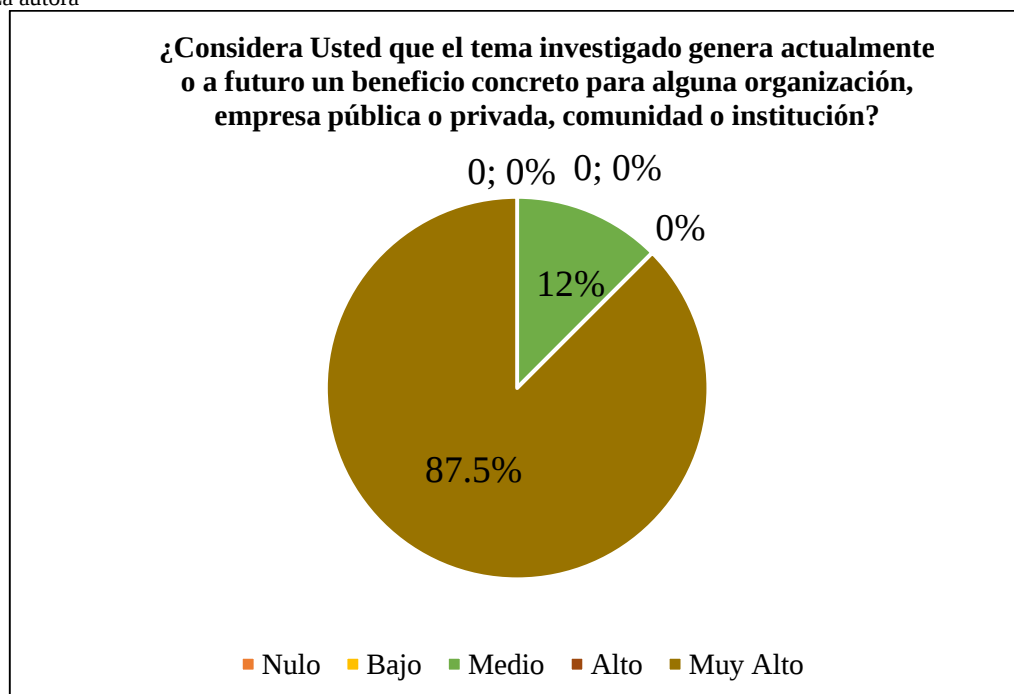


Figura 28. Respuesta a la octava pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.

Fuente: La autora

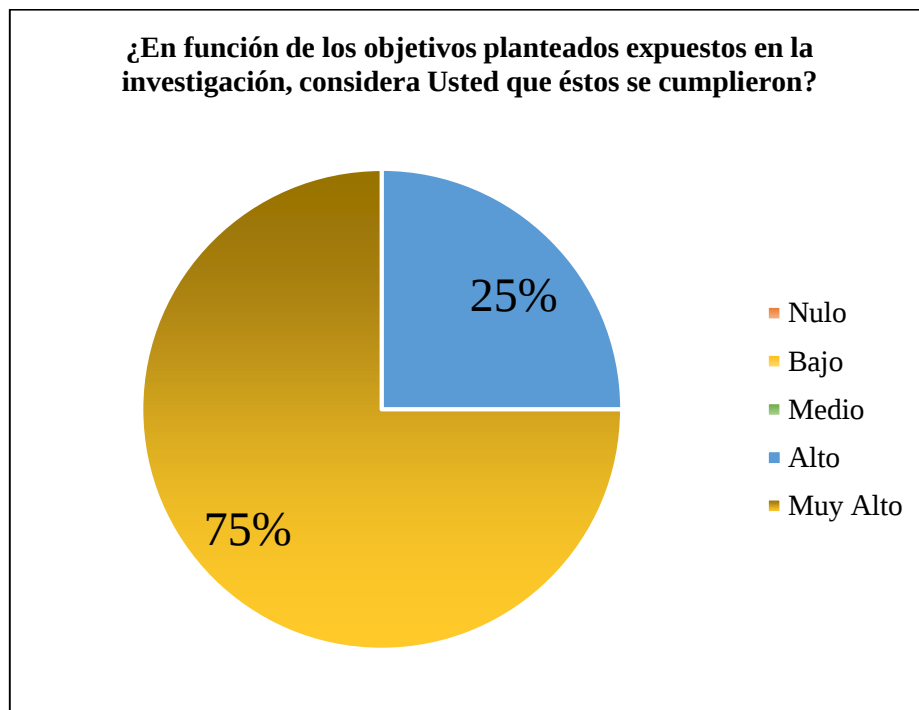


Figura 29. Respuesta a la novena pregunta de la encuesta realizada en el proceso de socialización.

Fuente: La autora

En cuanto a los comentarios que se realizaron a los organizadores del evento, las respuestas de los asistentes fueron:

- ✓ Un 28.5% de los asistentes sugieren seguir realizando investigaciones de este tipo en la región.
- ✓ Otro 28.5% consideran que la investigación fue de beneficio para la comunidad, ya que la mayoría de la población de la parroquia de Lita se dedica a la producción ganadera.
- ✓ Un 14% considera que se debe promocionar más en la comunidad la investigación realizada.
- ✓ Otro 14% considera que se debe fomentar una cultura asociativa en la comunidad de Lita.

Los temas que fueron propuestos para ser investigados y que son de importancia para los asistentes al proceso de socialización son:

- ✓ Manejo de abonos orgánicos para ser utilizados en la producción de pastos y productos agrícolas.
- ✓ Manejo de pastizales.
- ✓ Nutrición animal (alternativas en la alimentación).
- ✓ Clases de suelos y los diferentes usos que se les puede dar en la comunidad.
- ✓ Realizar estudios en especies menores, como cuyes.

Las instituciones presentes en la socialización de resultados fueron: GAD Parroquial de Lita, Hacienda “Pamplona”, miembros de la comunidad de Lita, PUCESI.

CAPÍTULO V

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Los cuatro tratamientos presentaron porcentajes de germinación inferiores al 50% en campo (T1=30.17%, T2= 28.68%, T3= 32.5%, T4=34.6%), no existiendo diferencias estadísticas entre estos. Los valores encontrados en laboratorio fueron similares (*A. pintoi*: 30% y *C. macrocarpum*: 35%), por lo que se establece que los factores ambientales no son los que condicionaron la germinación de las semillas, sino las características internas, propias de estas especies vegetales.
- *Arachis pintoi* obtuvo los niveles más altos de cobertura en todos los cortes (6.83%, 7.8%, 8.82%, 7.5% y 8.69%) frente a lo obtenido por *C. macrocarpum* (3.33%, 3.01%, 3.23%, 2.33% y 1.83%), existiendo diferencias significativas entre las especies de leguminosas y no entre el método de siembra.
- Los tratamientos sembrados en surcos mixtos presentaron mayor producción de materia seca durante los meses de marzo y junio, pertenecientes a la época de lluvia (T2: 1075.59 kg MS/ha, 1671.67 kg MS/ha y T4: 1144.12 kg MS/ha, 1522.30 kg MS/ha), frente a los tratamientos sembrados en surcos alternos, durante los mismos meses (T1: 990.83 kg MS/ha, 943.22 kg MS/ha y T3: 931.65 kg MS/ha, 788.17 kg MS/ha). Siendo el factor influyente en esta variable el método de siembra.
- Durante los meses de julio, septiembre y octubre, pertenecientes a la poca seca, no se presentaron diferencias significativas en cuanto a producción forrajera, los cuatro tratamientos se vieron afectados por la ausencia de lluvias, presentando una producción del 30% con relación a lo presentado durante los meses de lluvia.
- Los tratamientos T1 (15.60%) y T2 (17.10%), en donde existía *A. pintoi*, tuvieron los aportes más altos de proteína durante la época de sequía, frente a lo encontrado en los tratamientos T3 (14.10%) y T4 (14.08%), en donde se encontraba *C. macrocarpum*. Siendo para esta variable el factor influyente la especie de leguminosa.

- Aunque no se encontraron diferencias significativas para FDN, los cuatro tratamientos (T1: 69.94%, T2: 70.52%, T3: 71.68%, T4: 71.38%), durante la época de lluvia, presentaron valores inferiores a lo encontrado en el análisis inicial de la pastura (75.15%). Mientras que durante la época seca el valor de FDN aumentó, 8 puntos porcentuales, debido a una maduración más rápida de la pastura por las condiciones climáticas durante este periodo.

5.2 Recomendaciones

- Realizar investigaciones con otros tipos de propagación, como por ejemplo a través de material vegetativo, para superar los bajos porcentajes de germinación que presentan estas especies vegetales.
- Incluir *A. pintoï* en las mezclas forrajeras para mejorar el aporte proteínico de los pastizales de la zona.
- A pesar de no encontrar interacción entre el método de siembra y la especie de leguminosa, se recomienda tomar en cuenta una siembra en surcos mixtos para poder mejorar la producción de materia seca en los potreros.
- Realizar ensayos con *A. pintoï* para evaluar su repuesta al pastoreo y determinar la carga animal, tiempo de ocupación y periodo de descanso óptimos, que permitan obtener una mezcla forrajera de alta calidad nutritiva.
- Realizar ensayos con *C. macrocarpum* para definir un método de siembra, en asociación con gramíneas, que favorezca un mejor desarrollo de la planta y así poder beneficiarse de sus cualidades nutritivas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, R., Duarte, N., & Sevilla, R. (2008). Producción estacional de forraje verde y de materia seca de tres cultivares de gramíneas forrajeras en la zona de El Rama. *Ciencia y Tecnología*, 39-46.
- Águila, R. d. (2014). *Repositorio La Molina*. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2329/F01-A34-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguirre, J. (2013). *Repositorio UTN*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2446/1/02%20IGL%20055%20TESIS.pdf>
- Alfonso, N., & Rincón, P. (2007). *Manual de nutrición animal*. Bogotá: Grupo Latino.
- Ali, A., Abdullah, L., Karti, P., Chozin, M., & Astuti, D. (2014). Evaluation, Productivity and Competition of *Brachiaria decumbens*, *Centrosema pubescens* and *Clitoria ternatea* as Sole and Mixed Cropping Pattern in Peatland's. *Indonesian Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 81-90.
- Arévalo, L., Alegre, J., & Fasabi, R. (2003). Efecto del fósforo sobre el establecimiento de *Centrosema macrocarpum* benth dentro de una plantación de pijuayo. *Ecología Aplicada*, 93-97.
- Argel, P. (2005). *FAO*. Recuperado el 18 de Abril de 2016, de <http://www.fao.org/3/a-x6366s/x6366s12.htm>
- Argel, P., & Villarreal, M. (2003). *CIAT Library*. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/tropileche/ARACHIS_3.pdf
- Avellaneda, J., Cabezas, F., Quintana, G., Luna, R., Montañez, O., Espinoza, I., . . . Pinargote, E. (2008). *Uteq*. Obtenido de http://uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_articulo_5.pdf

- Balseca, D., Cienfuegos, E., López, H., Guevara, H., & Martínez, J. (2015). *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-16202015000100006&script=sci_arttext&tlng=pt
- Boschi, F., Latorre, P., Saldanha, S., Machado, J., Bentancur, O., & Moure, S. (2016). *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482016000200007
- Cab, F., Enríquez, J., Pérez, J., Hernández, A., Herrera, J., Ortega, E., & Quero, A. (2008). Potencial productivo de tres especies de *Brachiaria* en monocultivo y asociadas con *Arachis pintoi* en Isla, Veracruz. *INIFAP*, 317-332.
- Caruzo, E., & Vela, J. (2015). *Infolactea*. Obtenido de http://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/09/pub_p369_pub.pdf
- Carvajal, J., & Lara, M. (2006). *Pasturas Tropicales*, 47-51.
- Castelán, M., Hack, C., Porta, M., Ciotti, E., & Tomei, C. (2005). *Agrotecnia*. Obtenido de <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/agr/article/view/433/370>
- Castro, H. (2008). *Engromix*. Recuperado el 2016, de <http://www.engormix.com/MAGanaderia-leche/articulos/alternativas-alimentacion-bovinos-con-t1945/p0.htm>
- CIAT. (1982). *Manual para la evaluación agronómica*. Cali: José Toledo.
- Contexto Ganadero. (12 de Octubre de 2013). Colombia, cuarto mayor productor de leche en Latinoamérica. *Contexto Ganadero*.
- Contexto Ganadero. (27 de Octubre de 2013). Producción de carne bovina colombiana aumentó 24% en la última década. *Contexto Ganadero*.
- Cuadrado, H., Torregroza, L., & Garcés, J. (2005). *Redalyc*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/693/69310107/>
- Delgado, D., O, O. L., & Chongo, B. (2007). Composición bromatológica y degradabilidad ruminal in situ de leguminosas tropicales herbáceas con perspectivas de uso en los sistemas productivos ganaderos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 343-346.

- Doria, J. (Marzo de 2010). *Scielo*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011
- Fernández, L., Castillo, E., Ocaña, E., Mora, B. V., & Jarillo, J. (2006). Características de la vegetación en gramas nativas solas o asociadas con *Arachis pintoi* CIAT 17434 E en pastoreo rotacional intensivo. *Técnica Pecuaria en México*, 365-378.
- Francesca, U. (30 de 03 de 2017). *Engormix*. Obtenido de Lechería: <http://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/fibra-forrajes-tropicales-parte-t40551.htm>
- Franco, L., Calero, D., & Durán, C. (2007). *Digital UNAL*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/5053/1/9789584411761.pdf>
- Fuentes, I. (2013). *ESPOCH*. Recuperado el 2016, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3105/1/17T1173.pdf>
- García, E., & Fernández, I. (2005). *Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16338/Determinaci%C3%B3n%20de%20proteinas.pdf?sequence=1>
- Godoy, V., Barrera, A., Vivas, R., Quintana, J., Peña, M., Villota, L., . . . Avellaneda, J. (2012). Evaluación fenológica y digestibilidad in vivo de la leguminosa forrajera (*Arachis pintoi*) en diferentes edades de corte. *Ciencia y Tecnología*, 7-16.
- Gómez, A., Rao, I., Beck, R., & Ortiz, M. (2011). *CIAT Library*. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/past2011.pdf
- González, R., Anzúlez, Á., Vera, A., & Riera, L. (1997). *Manual de Pastos Tropicales para la Amazonía Ecuatoriana*. Napo: INIAP.
- Guevara, E., & Espinoza, F. (2006). *AVPA*. Obtenido de http://www.avpa.ula.ve/eventos/ii_simposio_pastca2006/13.pdf
- Holgado, F. (2011). *Sitio Argentino de Producción Animal*. Obtenido de <http://www.produccion->

animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/175-mani_forraj.pdf

Holmann, F., & Lascano, C. (2001). *CG Space*. Obtenido de https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/54342/Sistemas_alimentacion_leguminosas_intensificar_fincas_lecheras.pdf?sequence=1#page=15

Ignacio, R. (2014). *Dspace UNA*. Obtenido de <http://dspace.unapiquitos.edu.pe/bitstream/unapiquitos/551/1/TESIS-Centrosema%20macrocarpum-Establecimiento.pdf>

INAMHI. (2011). *INAMHI*. Recuperado el 2016, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>

INAMHI. (2011). *Servicio Metereológico*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/biblioteca/>

INEC. (2015). *Ecuador en Cifras*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2014-2015/2015/2015/Presentacion%20de%20resultados%20ESPAC_2015.pdf

Jiménez, O., Granados, L., Oliva, J., Quiroz, J., & Barrón, M. (2010). *Scielo*. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922010000400009

Koeslag, J., & Luna, O. (2007). *Bovinos de Carne*. México: Trillas.

Labarthe, F., & Pelta, H. (2009). *Sitio Argentino de Producción Animal*. Obtenido de http://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/143-caracteristicas_forrajas_megatermicas.pdf

- Lagunes, S. (2011). *Colpos digital*. Obtenido de http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/539/Lagunes_Rivera_SA_MT_EDAR_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lascano, C. (2000). *CIAT*. Obtenido de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=catalco.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=064550>
- Lascano, C., Teitzel, J., & Pei, E. (1997). Valor Nutritivo de Centrosema y Producción Animal. En R. Schultze, R. Clements, & G. Keller, *Centrosema: Biología, agronomía y utilización* (págs. 343-373). Cali: CIAT.
- Lenné, J., Sonoda, R., & Lapointe, S. (1997). Enfermedades y plagas de Centrosema. En R. Clements, R. Schultze, & G. Keller, *Centrosema: biología, agronomía y utilización* (págs. 201-253). Cali: CIAT.
- LÍDERES. (2015). En ocho provincias se concentra el mayor consumo de cárnicos. *LÍDERES*.
- Llapapasca, A. (2014). *Repositorio UNIA*. Obtenido de <http://190.116.177.184/bitstream/unia/86/1/tesis.pdf>
- Lobo, M., & Díaz, O. (2001). *Agrostología*. San José: UENED.
- Montoya, E. (2011). *Universidad Autónoma de Baja California*. Obtenido de <http://ica.mx1.uabc.mx/mspa/tesis/Montoya%20Buenrostro%20Estela.pdf>
- Nieuwenhuyse, A., Aguilar, A., Mena, M., Nájera, K., & Osorio, M. (Mayo de 2008). *CATIE*. Managua: CATIE. Recuperado el 2016, de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2971e/A2971e.pdf>
- Ordóñez, R. (2012). *Dspace UNL*. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5409/1/TESIS%20RAMIRO%20ORDO%20C3%91EZ%20E2%80%9CDETERMINACI%C3%93N%20DE%20LA%20DIGESTIBILIDAD.pdf>

- Ortega, C., Lemus, C., Bugarín, J., Alejo, G., Ramos, A., Grageola, O., & Bonilla, J. (2015). Características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consumo animal en cuatro especies de pastos de los géneros *Brachiaria* Y *Panicum*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 291-301. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/939/93944043005/>
- Pashanasi, B., Vásquez, H., & Araujo, R. (2012). Determinación de niveles óptimos de fósforo en la recuperación de pasturas degradadas con establecimiento de pastos asociados de *Brachiaria brizantha* y *Centrosema macrocarpum*. *Conocimiento Amazónico*, 99-108.
- Pauchi, A. (2016). *Repositorio UEA*. Obtenido de <http://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/handle/123456789/78/PAUCHI%20CARRILLO%20ADELMO%20RODOLFO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, F., & Pita, J. (1999). *Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación de España*. Obtenido de http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1999_2103.pdf
- Perozo, A. (2013). *Manejo de pastos y forrajes tropicales*. Maracaibo: Astro Data.
- Peters, M., Franco, L., Schmidt, A., & Hincapié, B. (2010). *Especies forrajeras multipropósito Opciones para productores del trópico Americano*. Cali: CIAT.
- Peters, M., Plazas, C., Franco, L., & Betancourt, A. (2006). Desarrollo de leguminosas multipropósito para coberturas en plantaciones . *Pasturas Tropicales*, 16-19.
- Puertas, F., Arévalo, E., Zúñiga, L., Alegre, J., Loli, O., Soplin, H., & Baligar, V. (2008). Establecimiento de cultivos de cobertura y extracción total de nutrientes en un suelo de trópico húmedo en la amazonía peruana. *Redalyc*, 23-28.
- Rincón, Á. (2001). Potencial productivo de ecotipos de *Arachis pintoi* en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales*, 19-24.
- Rincón, A., & Orduz, J. (2006). Usos alternativos de *Arachis pintoi*: Ecotipos promisorios como cobertura de suelos en el cultivo de cítricos. *Pasturas Tropicales*, 2-8.

- Rincón, Á., Cuesta, P., Pérez, R., Lascano, C., & Ferguson, J. (2012). *CORFOGA*. Obtenido de <http://corfoga.org/2012/wp-content/uploads/2012/10/Mani-Forrajero-Perenne1.pdf>
- Rincón, Á., Ligarreto, G., & Garay, E. (2008). *Scielo*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a10v61n1.pdf>
- Rincón, P., & Alfonso, N. (2007). *Manual de Nutrición Animal*. Bogotá: Grupo Latino.
- Rodríguez, H. (2015). *Métodos de análisis de suelos y plantas: criterios de interpretación*. México: Trillas.
- Rodríguez, I., Schultze-Kraft, R., & Guevara, E. (2006). *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692006000300005
- Rojas, A. (2007). *AVPA*. Recuperado el 2016, de http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-9.pdf
- Rojas, S., Olivares, J., Jiménez, R., & Hernández, E. (2005). Manejo de Praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. *REDVET*, 1-20.
- Romero, O. (2010). *INIA*. Obtenido de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR16226.pdf>
- Rosero, J. (20 de Diciembre de 2011). *Tierra Adentro*. Recuperado el 12 de Mayo de 2016, de <http://www.revistatierraadentro.com/index.php/ganaderia/194-pastos-y-forrajes>
- Ruiz, T., Febles, G., Díaz, H., & Díaz, J. (2015). *Redalyc*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/1930/193036208017/>
- Salcedo, L. (2015). *Repositorio ESPE*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9691/1/T-ESPE-002709.pdf>
- Sánchez, J., Villarreal, M., & Soto, H. (2000). *Repositorio Universidad de Costa Rica*. Obtenido de <http://kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/13522/11106-16495-1-SM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Santiago, F. (2011). *Grupo SELECTA*. Obtenido de <http://www.grupo-selecta.com/notasdeaplicaciones/analisis-alimentarios-y-de-aguas-nutritional-and-water-analysis/determinacion-de-proteinas-por-el-metodo-de-kjeldahl-kjeldahl-method-for-protein-determination/>
- Santibáñez, C. (2012). *Universidad de Chile*. Obtenido de http://mct.dgf.uchile.cl/AREAS/medio_mod2.pdf
- SENA. (2013). *Repositorio de SENA*. Obtenido de http://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2785/1/practicas_campo_laboratorio_suelos.pdf
- Sierra, R., Fuentes, M., Dardón, D., Franco, J., & Rosales, F. (2007). *SIDALC*. Obtenido de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=ciagro.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=020778>
- Sosa, E., Cabrera, E., Pérez, D., & Ortega, L. (2008). Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo . *Redalyc*, 413-426.
- Stehr, W., & Martínez, E. (2008). *Watts*. Obtenido de <http://www.watts.cl/docs/default-source/charlas-a-productores/seminario-2008---an%C3%A1lisis-de-los-aportes-de-materia-seca-y-fdn.pdf?sfvrsn=2>
- Tocaguano, L. (2013). *Repositorio UTC*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3305/1/T-UTC-00572.pdf>
- Trop Seeds. (03 de 2013). *Trop Seeds*. Obtenido de <http://www.tropseeds.com/new/wp-content/uploads/2013/03/Arachis-pintoi-folleto-210313.pdf>
- Valencia, D. (2011). *Repositorio LaSallista*. Obtenido de http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/408/1/Produccion_forrajera_cargas_animales_sistemas_rotacion.pdf

- Vargas, O. (2 de Febrero de 2012). *El Herald*o. Recuperado el 12 de Mayo de 2016, de <http://www.elheraldo.co/noticias/agropecuaria/importancia-de-una-buena-nutricion-bovina-55600>
- Vásquez, H., Quilcate, C., & Oliva, M. (13 de Marzo de 2017). *Revista de Investigación en Ciencia y Biotecnología Animal*. Obtenido de <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/ricba/article/view/185>
- Vera, A., & Riera, L. (2000). *INIAP*. Obtenido de http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/DESARROLLO_ALTERNATIVAS_SILVOPASTORILES_REHABILITAR_PASTIZALES_ZONA_NORTE_REGI%C3%93N_AMAZONICA_ECUATORIANA.pdf
- Villanueva, F. (Junio de 2004). *COFUPRO*. Obtenido de <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/publicaciones-nayarit/PUBLICACIONES%20DEL%20INIFAP/PUBLICACIONES%20EN%20PDF/FOLLETOS%20TECNICOS/folleto%20tecnico%20ESTABLECIMIENTO%20Y%20MANEJO%20DE%20PRADERAS%20IRRIGA2.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Varianza para Porcentaje de Germinación

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	3	61.16	20.387	2.787	0.132
bloque	2	41.40	20.700	2.829	0.136
Residuals	6	43.90	7.316		

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R.

Anexo 2. Análisis de Varianza para Porcentaje de Cobertura en el mes de marzo

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
bloque	2	2.17	1.083	0.328	0.7327
tratamiento	3	52.92	17.639	5.336	0.0395 *
Residuals	6	19.83	3.306		

 signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R.

Anexo 3. Análisis de Varianza para Porcentaje de Cobertura en el mes de junio

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
bloques	2	15.60	7.802	5.005	0.05264 .
tratamientos	3	81.27	27.090	17.379	0.00231 **
Residuals	6	9.35	1.559		

 signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R

Anexo 4. Análisis de Varianza para Porcentaje de Cobertura en el mes de julio

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
bloques	2	12.71	6.35	1.94	0.22401
tratamientos	3	118.22	39.41	12.03	0.00599 **
Residuals	6	19.65	3.28		

 signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R

Anexo 5. Análisis de Varianza para Porcentaje de Cobertura en el mes de septiembre

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
bloques	2	3.38	1.689	1.075	0.39909
tratamientos	3	85.85	28.616	18.213	0.00204 **
Residuals	6	9.43	1.571		

 signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R

Anexo 6. *Análisis de Varianza para Porcentaje de Cobertura en el mes de octubre*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
bloques	2	2.10	1.05	0.462	0.65083
tratamientos	3	150.45	50.15	22.072	0.00121 **
Residuals	6	13.63	2.27		

signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R

Anexo 7. *Análisis de Varianza para Producción de Materia Seca en el mes de marzo*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	3	78554	26185	4.973	0.031 *
Residuals	8	42120	5265		

signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R

Anexo 8. *Análisis de Varianza para Producción de Materia Seca en el mes de junio*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
bloques	2	30067	15034	0.234	0.7982
tratamientos	3	1673865	557955	8.685	0.0133 *
Residuals	6	385444	64241		

signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R

Anexo 9. *Análisis de Varianza para Producción de Materia Seca en el mes de julio*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
bloques	2	146983	73491	0.403	0.685
tratamientos	3	1550860	516953	2.837	0.128
Residuals	6	1093223	182204		

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R

Anexo 10. *Análisis de Varianza para Producción de Materia Seca en el mes de septiembre*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
bloques	2	119108	59554	2.694	0.1463
tratamientos	3	303769	101256	4.580	0.0539
Residuals	6	132646	22108		

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R

Anexo 11. *Análisis de Varianza para Producción de Materia Seca en el mes de octubre*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
bloques2	2	14849	7425	0.253	0.785
tratamientos2	3	50682	16894	0.575	0.652
Residuals	6	176400	29400		

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R

Anexo 12. *Análisis de Varianza para Porcentaje de Proteína Cruda en la época de lluvia*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
bloques	2	8.433	4.216	2.528	0.160
tratamientos	3	9.884	3.295	1.975	0.219
Residuals	6	10.008	1.668		

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R

Anexo 13. *Análisis de Varianza para Porcentaje de Proteína Cruda en la época seca*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
bloques	2	1.922	0.961	1.332	0.3321
tratamientos	3	16.577	5.526	7.662	0.0178 *
Residuals	6	4.327	0.721		

signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R

Anexo 14. *Análisis de Varianza para Porcentaje de FDN en la época de lluvia*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
bloques	2	30.791	15.395	11.86	0.00823 **
tratamientos	3	5.686	1.895	1.46	0.31651
Residuals	6	7.790	1.298		

signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R

Anexo 15. *Análisis de Varianza para Porcentaje de FDN en la época seca*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
bloques	2	6.191	3.096	0.807	0.489
tratamientos	3	8.038	2.679	0.698	0.586
Residuals	6	23.022	3.837		

Nota: Elaborado por: La Autora. Imagen tomada del programa estadístico R

Anexo 16. Resultado del análisis de FDN para la época de lluvia.

MC-LSAIA-2201-04



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS*
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMEN
Panamericana Sur Km. 1. Cutuglagua Tlfs. 2690691-3007134. Fax 3007134
Casilla postal 17-01-340



INFORME DE ENSAYO No: 17-162

NOMBRE PETICIONARIO: Srta Amanda Yépez
DIRECCION: Inarra
FECHA DE EMISION: 3 de Agosto del 2017
FECHA DE ANALISIS: Del 1 al 3 de Agosto

INSTITUCION: PUCE -SI
ATENCION: Srta Amanda Yépez
FECHA DE RECEPCION.: 01.08.2017
HORA DE RECEPCION: 11H15
ANALISIS SOLICITADO FDN

ANÁLISIS	HUMEDAD	F.D.N. ^Ω	IDENTIFICACIÓN			
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-02.01				
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970				
UNIDAD	%	%				
17-0896	6,02	66,87				Mezcla forrajera (Brachiaria decumnes + Arachis pinto) N° 1
17-0897	6,78	69,04				Mezcla forrajera (Brachiaria decumnes + Arachis pinto) N° 2
17-0898	6,01	71,03				Mezcla forrajera (Brachiaria decumnes + centrosema macrocarpum) N° 3
17-0899	6,08	70,83				Mezcla forrajera (Brachiaria decumnes + centrosema macrocarpum) N° 4
17-0900	6,01	73,73				Mezcla forrajera (Brachiaria decumnes) N° 5
17-0901	6,42	73,42				Mezcla forrajera (Brachiaria decumnes + Arachis pinto) N° 6
17-0902	6,40	73,22				Mezcla forrajera (Brachiaria decumnes + Arachis pinto) N° 7
17-0903	6,26	72,88				Mezcla forrajera (Brachiaria decumnes + centrosema macrocarpum) N° 8
17-0904	6,49	72,94				Mezcla forrajera (Brachiaria decumnes + centrosema macrocarpum) N° 9
17-0905	5,55	69,53				Mezcla forrajera (Brachiaria decumnes + Arachis pinto) N° 10
17-0906	6,40	69,31				Mezcla forrajera (Brachiaria decumnes + Arachis pinto) N° 11
17-0907	5,38	71,12				Mezcla forrajera (Brachiaria decumnes + centrosema macrocarpum) N° 12
17-0908	5,93	70,37				Mezcla forrajera (Brachiaria decumnes + centrosema macrocarpum) N° 13

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente



RESPONSABLES DEL INFORME

RESPONSABLE TÉCNICO

Dr. Iván Salmaniego, MSc.

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Nota: Resultados enviados por el INIAP, EESC, Departamento de nutrición y Calidad.

Anexo 17. Resultado del análisis de FDN para la época seca, laboratorio INIAP

MC-LSAIA-2201-04



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD

LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN

Panamericana Sur Km. 1, Cutuglagua Tlra. 2990691-3007134. Fax 3007134

Casilla postal 17-01-340



INFORME DE ENSAYO No: 17-224

NOMBRE PETICIONARIO: Srta. Amanda Yépez
DIRECCION: Av. Mariano Acosta 27-149
FECHA DE EMISION: 08.11.2017
FECHA DE ANALISIS: Del 27 de octubre al 7 de noviembre de 2017

INSTITUCION: Particular
ATENCION: Srta. Amanda Yépez
FECHA DE RECEPCION: 26.10.2017
HORA DE RECEPCION: 14h08
ANALISIS SOLICITADO: FDN

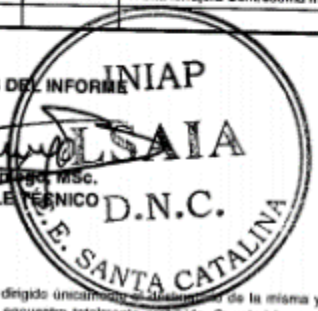
ANÁLISIS	HUMEDAD	F.D.N. ^Q					IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-02.01					
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970					
UNIDAD	%	%					
17-1474	6,46	76,24					Mezcla forrajera Arachis pinto+Brachiaria decumbens Muestra 1
17-1475	6,25	79,86					Mezcla forrajera Arachis pinto+Brachiaria decumbens Muestra 2
17-1476	5,51	79,71					Mezcla forrajera Centrosema macrocarpum + Brachiaria decumbens Muestra 3
17-1477	6,38	78,48					Mezcla forrajera Centrosema macrocarpum + Brachiaria decumbens Muestra 4
17-1478	6,12	81,38					Mezcla forrajera Arachis pinto+Brachiaria decumbens Muestra 5
17-1479	6,12	80,55					Mezcla forrajera Arachis pinto+Brachiaria decumbens Muestra 6
17-1480	5,71	80,40					Mezcla forrajera Centrosema macrocarpum + Brachiaria decumbens Muestra 7
17-1481	5,93	78,62					Mezcla forrajera Centrosema macrocarpum + Brachiaria decumbens Muestra 8
17-1482	6,26	77,28					Mezcla forrajera Centrosema macrocarpum + Brachiaria decumbens Muestra 9
17-1483	6,74	76,34					Mezcla forrajera Arachis pinto+Brachiaria decumbens Muestra 10
17-1484	6,31	81,51					Mezcla forrajera Arachis pinto+Brachiaria decumbens Muestra 11
17-1485	6,50	80,52					Mezcla forrajera Centrosema macrocarpum + Brachiaria decumbens Muestra 12
							Mezcla forrajera Centrosema macrocarpum + Brachiaria decumbens Muestra 13

Los ensayos marcados con Q se reportan en base seca.
OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME



Dr. Ivan Samaniego, MSc.
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibida. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Nota: Resultados enviados por el INIAP, EESC, Departamento de nutrición y Calidad.

Anexo 19 Fotografías



Figura 30. Prueba de germinación, laboratorio PUCESI
Tomado de trabajo de campo.



Figura 31. Siembra en surcos mixtos
Tomado de trabajo de campo.



Figura 32. Siembra en surcos alternos
Tomado de trabajo de campo.



Figura 33. *Centrosema macrocarpum* dos meses después de la siembra
Tomado de trabajo de campo.



Figura 34. *Arachis pinto* dos meses después de la siembra
Tomado de trabajo de campo.



Figura 35. Aforo de parcelas
Tomado de trabajo de campo.



Figura 36. Evaluación de porcentaje de cobertura
Tomado de trabajo de campo.



Figura 37. Análisis de proteína, método Kjeldahl, laboratorio PUCESI
La imagen muestra el proceso de digestión, destilación y titulación (de izquierda a derecha). Tomado de trabajo de campo.



Figura 38. Socialización de Resultados