

UNIVERSIDAD DE MATANZAS "CAMILO CIENFUEGOS"
ESTACION EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES
“INDIO HATUEY”

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO Y NUTRICIONAL
DE *Lablab purpureus* cv. Rongai.

Autor: Ing. Agr. Héctor L. Santana Armas

Tutores: Dr.C. Félix Ojeda García

Dr.C. Orestes Cáceres García

Tesis en opción al título académico de
Master en Pastos y Forrajes

2011

*..... la tierra nunca decae, ni niega sus
frutos, ni resiste al
arado, ni perece; la única riqueza inacabable de
un país consiste en igualar su producción agrícola
a su consumo.*

José Martí

Dedicatoria

A nuestra Revolución Socialista.

A todos los Héroes y Mártires que la han hecho posible.

A la memoria de mi Padre.

A mi Madre y Hermanas.

A mi Esposa.

A mis Hijos.

A Karel Daniel.

Agradecimientos

Al concluir mis estudios para la obtención del título académico de Maestro en Ciencias de los Pastos y Forrajes, deseo hacer constar el más ferviente agradecimiento a:

- ***La Revolución que hizo de la educación un derecho de todos y sin ella no hubiese sido posible que hijos de obreros y campesinos alcanzasen este título académico.***
- ***A todos los profesores e investigadores que a los largo de los años me han brindado sus conocimientos y experiencia.***
- ***A mis compañeros de estudio y trabajo por su solidaridad, apoyo y compañía durante tantos años.***
- ***A todos los obreros, técnicos e investigadores de la Estación Experimental “Indio Hatuey” que sobre su esfuerzo descansan estos resultados.***
- ***A la Licenciada Maritza Pérez Valiente por su ayuda y su insuperable compañía en la vida.***
- ***Al DrC. Félix Ojeda García, Tutor, Compañero y Amigo, sin su interés, dedicación y experiencia no hubiese sido posible esta Tesis.***
- ***A todos los que de una forma u otra colaboraron e hicieron posible esta obra.***
- ***A todos, mi eterno agradecimiento.***

Resumen

Para determinar cómo influye la época, el momento de siembra, la edad de cosecha y el estado fenológico sobre los rendimientos, el porcentaje de hojas, la composición bromatológica y la calidad nutricional, en *Lablab purpureus* cv. Rongai, se efectuaron, durante cuatro años, experimentos en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Las siembras se efectuaron por semillas en dosis de 20 kg/ha de semilla pura germinable, utilizando una fertilización básica de superfosfato triple de sodio y cloruro de potasio, 50:50 kg/ha. A los 15 días de emergidas las plantas, se aplicó una fertilización nitrogenada, con urea, de 60 kg/ha. En la época poco lluviosa, se aplicó riego, 200-250 m³/ha, cada 15-20 días. El forraje se obtuvo de parcelas con dimensiones variables (1 500-2 500 m²), acordes a los requerimientos de masa verde necesarias para la evaluación con los animales. Se determinaron los rendimientos de materia seca y la composición hojas y tallos durante los periodos de medición. En todos los experimentos, para la determinación del valor nutritivo, se utilizaron 6 carneros adultos, castrados, con pesos vivos de 37 a 40 kg, alojados en jaulas de metabolismo individuales. El procedimiento utilizado fue de colección total de heces fecales, con pesajes diarios del forraje ofertado y de los residuos. El forraje, antes de su oferta, fue troceado a 2 o 3 cm y suministrado a voluntad, garantizando un 10% adicional del consumo del día anterior. Se tomaron muestras representativas de 300 g del forraje y los residuos y un 10%, en peso, de las heces fecales de cada animal. Las muestras se secaron durante 48 horas, para determinar el contenido de materia seca y disponer de material para los análisis bromatológicos posteriores. Al finalizar los periodos de medición, las muestras, se homogenizaron para determinar el contenido de cenizas, nitrógeno y fibra bruta. Los cálculos de la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, proteína bruta ($N \times 6,25$), fibra bruta y el consumo en base al peso metabólico ($P^{0,75}$) se efectuaron de manera individual y los contenidos energéticos y el consumo de los nutrientes digestibles se efectuaron según los métodos descritos por Cáceres *et al.* (2006). Las diferencias entre las medias fueron determinadas por la dócima de comparación de rangos múltiples de Duncan, para un nivel de significación de $P < 0,05$, utilizando el programa estadístico SPSS, Versión 10.1 para Windows. Los resultados indican que el potencial productivo de *Lablab purpureus* cv. Rongai está influenciado por el momento de siembra y la época del año, que los mejores momentos de siembra son, en el periodo lluvioso, los meses de Mayo-Junio y en el poco lluvioso los meses de noviembre-diciembre, donde es posible aprovechar todas las fenofases del cultivo. Esta leguminosa puede ser empleada durante todo el año ya que mantiene adecuados y estables valores bromatológicos y digestibilidades. En el periodo lluvioso, cuando la planta está en estado vegetativo, la digestibilidad de la proteína bruta asciende hasta los 77 días y en el periodo poco lluvioso los mayores valores en la DMO se presentan cuando está en estado lechoso y para la DFB, durante la floración y formación de legumbres. El consumo de MS está afectado por la época del año, momento de siembra, estado fenológico y contenido en hojas, lográndose los mayores valores cuando la planta está en la fenofase de grano lechoso. El consumo de los demás nutrientes, por sus vinculaciones con la ingestión de MS, siguen el mismo comportamiento. Se recomienda promover, mediante seminarios de capacitación teóricos y prácticos, el fomento de la producción de semilla y su empleo como leguminosa de corte y acarreo para suplementar rumiantes, realizar estudios para su introducción en las tecnologías de fabricación de ensilajes mixtos y heno, su utilización en banco de proteína, sola o como leguminosa acompañante de plantas forrajeras, como cultivo intercalado en especies de ciclo corto y como mejorador de suelo.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1. Revisión bibliográfica	3
1.1 Origen y distribución. Generalidades.....	3
1.2 Ubicación taxonómica	3
1.3 Características botánicas.....	3
1.4 Adaptación, siembra y establecimiento. Plagas y enfermedades.....	4
1.4.1 Plagas y enfermedades.....	5
1.5 Producción	6
1.5.1 Semillas	6
1.5.2 Forraje	7
1.6 Calidad y valor nutritivo.....	8
1.6.1 Composición química de <i>Lablab purpureus</i>	8
1.6.1.1 Digestibilidad.....	9
1.6.1.2 Consumo voluntario y selección.....	11
1.7 Utilización en sistemas de producción	12
1.7.1 Asociaciones con gramíneas para corte.....	14
1.7.2 Suplementación para la producción de leche.....	15
Capítulo 2. Materiales y métodos generales.....	16
2.1 Situación geográfica.....	16
2.2 Características climatológicas	16
2.3 Suelos.....	16
2.4 Procedimiento experimental	17
Capítulo 3. Experimento 1	20
3.1 Introducción.....	20
3.2 Materiales y métodos	20
3.3 Resultados y discusión	21
Capítulo 4. Experimento 2	28
4.1 Introducción.....	28
4.2 Materiales y métodos	28
4.3 Resultados y discusión	29
4.3.1 Período lluvioso	29
4.3.2 Período poco lluvioso	40
Conclusiones.....	49
Recomendaciones	50
Novedad científica	51
Referencias bibliográficas.....	52

Índice de tablas

Tabla 1.1. Contenido de proteína bruta en <i>L. purpureus</i> (% MS).....	9
Tabla 1.2. Contenido de fibra en <i>Lablab purpureus</i> . (%MS).	10
Tabla 1.3. Digestibilidad de la materia seca (DMS) de <i>Lablab purpureus</i>	10
Tabla 1.4. Consumo voluntario de <i>L. purpureus</i> (g/kg P ^{0.75}).....	11
Tabla 2.1. Principales características climáticas del área experimental.	17
Tabla 3.1. Promedio y rangos de rendimiento y % de hojas durante los períodos del forraje de <i>L. purpureus</i> cv. Rongai (%).	22
Tabla 3.2. Composición química del forraje de <i>Lablab purpureus</i> cv. Rongai.	24
Tabla 3.3. Digestibilidad de los nutrimentos del forraje de <i>Lablab purpureus</i> cv. Rongai (%).	25
Tabla 3.4. Consumo de los diferentes nutrimentos del forraje de <i>L. purpureus</i> cv. Rongai.	26
Tabla 4.1. Edades de evaluación de <i>L. purpureus</i> durante el período lluvioso.	29
Tabla 4.2. Rendimiento de materia seca y porcentaje de hojas de <i>L. purpureus</i> a diferentes días después de la siembra.	30
Tabla 4.3. Rendimiento de materia seca y porcentaje de hojas de <i>L. purpureus</i> a diferentes estados fonológicos.....	41

Índice de figuras

Fig. 4.1. Materia seca.	31
Fig. 4.2. Proteína bruta.	32
Fig. 4.3. Fibra bruta.....	33
Fig. 4.4. Contenido de energía metabolizable.	33
Fig. 4.5. Digestibilidad de la materia seca.....	34
Fig. 4.6. Digestibilidad de la materia orgánica.	35
Fig. 4.7. Digestibilidad de la proteína bruta.....	35
Fig. 4.8. Digestibilidad de fibra bruta.....	36
Fig. 4.9. Consumo de materia seca.....	37
Fig. 4.10. Consumo de proteína bruta.....	38
Fig. 4.11. Consumo de proteína bruta digestible.	38
Fig. 4.12. Consumo de fibra bruta.	39
Fig. 4.13. Consumo de energía metabolizable.	40
Fig. 4.14. Contenido de materia seca (MS).	41
Fig. 4.15. Contenido de proteína bruta (PB).	42
Fig. 4.16. Contenido de fibra bruta (FB).	43
Fig. 4.17. Contenido de energía metabolizable (EM).	43
Fig. 4.18. Digestibilidad de la materia seca (DMS).	44
Fig. 4.19. Digestibilidad de la materia orgánica.	44
Fig. 4.20. Digestibilidad de la proteína bruta.....	45
Fig. 4.21. Digestibilidad de la fibra bruta.	46
Fig. 4.22. Consumo de materia seca (CMS).....	46
Fig. 4.23. Consumo de proteína bruta (CPB).....	47
Fig. 4.24. Consumo de fibra bruta (CFB).	47
Fig. 4.25. Consumo de energía metabolizable.	48

Introducción

En el trópico, las gramíneas constituyen la principal fuente de alimentación de los animales herbívoros sin embargo, se ha demostrado que estas por si solas son insuficientes para suministrar todos los nutrimentos que requieren para expresar su máximo potencial productivo (Milera *et al.*, 2006).

En Cuba a pesar del trabajo desarrollado en la introducción, selección y generalización de especies y variedades mejoradas de gramíneas y leguminosas, la alimentación de los animales continúa siendo deficiente, situación agravada por los altos precios de los combustibles, los fertilizantes y otros insumos, sin desconocer la influencia de los cambios climáticos ocurridos en los últimos tiempos producto al calentamiento global (Suárez *et al.*, 2002).

Desde tiempos remotos, aun sin conocimientos de causas, el hombre aprendió que utilizando leguminosas en sus sistemas de explotación, estas mejoraban la producción en sentido general.

Las leguminosas, permanentes, temporales y arbóreas, son utilizadas de diferentes maneras, como bancos de proteína en monocultivo o combinadas en asociaciones con gramíneas con el empleo de pastoreo restringido, en sistemas silvopastoriles o como componentes de las dietas junto a forrajes de corte (Beavogui, 1991).

Dentro de este género, *Lablab purpureus* ha recibido una atención particular por la versatilidad que presenta como suministradora de granos para la alimentación humana y su follaje como alimento animal (FAO, 2010).

Sin embargo, se mantiene como **Problema** que en su difusión y empleo, en las dietas para rumiantes, han prevalecido más los aspectos prácticos que los estudios dirigidos a profundizar cuales son los factores que inciden sobre su rendimiento y su potencial nutritivo, entre los que se encuentran, la época y el momento de siembra, la edad de la planta y su estado fenológico.

La presente Tesis titulada: “**Evaluación del potencial productivo y nutricional del *Lablab purpureus* cv. Rongai**”, va dirigida a dilucidar estos aspectos todavía no bien conocidos, y la misma tiene como **Hipótesis** que la determinación, del momento y época más favorable

de siembra, edad de cosecha y estado fenológico, de *Lablab purpureus* cv. Rongai, permitirá optimizar su utilización como forraje.

Para corroborar esta hipótesis se propone como **Objetivo General**, determinar, en *Lablab purpureus* cv. Rongai, cómo influye la época y el momento de siembra, la edad de cosecha y el estado fenológico sobre los rendimientos, la composición bromatológica y la calidad nutricional.

Y como **Objetivos Específicos**:

1. Evaluar el efecto del momento de siembra y la fenología sobre los rendimientos, la composición bromatológica y el valor nutritivo de *Lablab purpureus* cv. Rongai.
2. Evaluar el efecto de la época, la edad al corte y la fenología sobre el rendimiento, composición bromatológica y valor nutritivo de *Lablab purpureus*. cv. Rongai.

Capítulo 1. Revisión bibliográfica

1.1 Origen y distribución. Generalidades

Las formas salvajes del género *Lablab* son originarias de la India (Deka y Sarkar, 1990) y fue introducido al sudeste asiático durante el octavo siglo D.C. (Kay, 1979), pasando a África, extendiéndose por Camerún, Zimbabwe, Sudan, Etiopía, Uganda, Kenya y Tanzania de dónde se difundió a América del Sur y Central, Las Antillas, China y grandes zonas de Asia (Skerman *et al.*, 1991; Evans, 2002).

La especie de mayor interés es *Lablab purpureus*, pero el cultivar más utilizado en Cuba es el Rongai, por presentar buenas características para asociarse como leguminosa forrajera a gramíneas de corte demostrando ser resistente a la sequía y responder bien al riego (Humphreys, 1974; Menéndez *et al.*, 1984).

Es una leguminosa perenne de corta vida o anual y en Cuba admite de dos a tres cortes en su ciclo de vida (Menéndez *et al.*, 1984; Wikipedia, 2007).

Su uso depende de la zona geográfica dónde se cultive, en Asia y África se utiliza por sus semillas comestibles y también como heno, ensilaje y abono verde.

En la India se siembra asociado con la grama de caballo (*Eleusine indica*) en lugares de precipitación media, a veces se utiliza sola, intercalada con maíz u otra especie similar, para ser segada hasta dos veces o se deja para el pastoreo normal (Humphreys, 1974).

En pastoreo, se aprovecha mientras está en estado vegetativo y cuando inicia la floración se deja en reposo para cosechar los granos maduros antes de volver a pastar el área. También se puede cultivar en rotación y asociada a gramíneas forrajeras.

1.2 Ubicación taxonómica

Lablab pertenece a la orden Fabales, familia Fabaceae, subfamilia Faboideae, tribu Phaseoleae, subtribu Phaseolinae, género *Lablab*, especie *purpureus*, nombre binomial *Lablab purpureus* (Wikipedia, 2010).

1.3 Características botánicas

Lablab purpureus es una leguminosa reptante o preferentemente trepadora que le permite subir a la vegetación acompañante y en la mayoría de las veces, logra ahogarla.

Cuando crece como cultivo puro lo hace en forma procumbente para alcanzar alturas de 0,9-1,2 m formando un césped tupido.

Sus tallos logran los 6 m de largo y se levantan hasta 80 cm del suelo; son cilíndricos y vellosos.

Las hojas son trifoliadas, con folíolos de ovado a romboidales, apicadas, casi lisas, pubescentes por el envés, ubicadas al cabo de pecíolos largos y delgados, acanalados y frecuentemente son tan largas como anchas, agudas o acuminadas, de 4 a 10 cm.

Las flores forman inflorescencias en forma de racimos axilares con pedúnculos de unos 40 cm de largo, de características similares a las del género, de coloraciones variadas, desde púrpura hasta blanca.

Florece durante los períodos de días cortos, desde noviembre hasta marzo de acuerdo a la fecha en la cual fue sembrado.

El fruto es una legumbre aplanada y anchas, oblonga, de unos 8 por 2,5 cm, la sutura superior es recta y la inferior curva, lisa y dehiscente.

Contiene de tres a cinco semillas elípticas, de alrededor de 1 cm de largo, de coloración amarilla, blanca, rojo-rosada, negra o jaspeada.

Posee un profundo sistema radicular que le permite soportar períodos moderados de sequía (FAO, 2004; Wikipedia, 2010).

1.4 Adaptación, siembra y establecimiento. Plagas y enfermedades

Lablab purpureus tiene un alto rango de adaptación a diferentes suelos. Se establece con rapidez en diversos tipos de suelos, arcillosos, francos y pesados, ligeros, arenosos y ferralíticos cuarcíticos, no es exigente a la fertilidad del suelo y climas, desde francos a pesados bien drenados, pH de 4,5 a 8,0, y a lugares cuyas precipitaciones fluctúen entre 635 y 889 mm, soporta períodos cortos de inundación y tolera sequías prolongadas pero se desfolia.

La facilidad con que se establece se debe a que posee semillas y plántulas grandes que le permiten un crecimiento más rápido que las leguminosas de semillas y plántulas pequeñas.

Crece desde nivel del mar hasta los 2 100 m de altura, con precipitaciones entre 700 y 2 500 mm. No tolera inundaciones prolongadas ni el fuego pero soporta temperaturas bajas por un tiempo corto (Peters *et al.*, 2003).

La siembra se puede realizar a voleo o en surco; en monocultivo la distancia entre surcos recomendada es de 80 a 120 cm, y entre plantas de 30 a 50 cm, equivalente a una norma de siembra de 15 a 20 kg de semilla/ha (Vilela, 2007).

En asociación con gramíneas o intercalado con maíz se usan tasas menores de 6 a 10 kg/ha (CIDICCO, 2004).

La profundidad de siembra recomendada es de 1 a 3 cm (Tropical Forage, 2011).

1.4.1 Plagas y enfermedades

La severidad de los ataques depende de la temperatura, humedad y la vegetación existente.

Cuando las temperaturas son altas, las condiciones climáticas secas o durante las primeras etapas de desarrollo, las plagas que atacan al cultivo, son fundamentalmente del género Crisomelidos (*Diabrotica balteata* y *Diabrotica bipunctata*) (Menéndez *et al.*, 1985; Flores, 1993).

Sin embargo, sobrevive a los ataques y continúa creciendo vigorosamente, aunque disminuye el rendimiento del forraje (Sinclair, 1996).

Bajo condiciones de humedad, la principal enfermedad encontrada en esta especie, es la producida por la bacteria *Xanthomonas phaseoli*, tanto como cultivo puro o asociada con king grass (*Pennisetum typhoide* x *P. purpureum*). Ella disminuye cuando se mezcla con *Phaseolus trilobus* o se asocia con sorgo (Menéndez *et al.*, 1985).

Cuando *L. purpureus* se maneja como cultivo de abono verde, en el estadio de formación de las legumbres, puede atraer insectos perforadores y ser susceptible a los nemátodos del suelo, *Xanthomonas* y *Fusarium*, incidencias que se pueden controlar con la rotación de cultivos (Valenzuela *et al.*, 2002; Beckett, 2004).

Los granos también pueden ser afectados por las plagas.

Adisura atkinsoni puede reducir la producción de granos, aunque puede ser controlado por la cepa HB-III de *Bacillus cereus* var. *thuringiensis*.

Otros insectos detectados incluyen, *Heliothis armigera*, *Exelastis atomosa* y *Maruca testulalis*.

Los gorgojos escarabajos (*Callosobruchus* spp.) dañan los granos durante el crecimiento y el almacenamiento.

Las raíces del lablab pueden ser atacadas por varios nemátodos *Helicotylenchus dihystra*, *Meloidogyne hapla* y *M. incognita*.

La Antracnosis es causada por *Colletotrichum lindemuthianum* y la mancha foliar por *Cercospora dolichi*.

La pudrición del tallo es causada por *Sclerotinia sclerotiorum* y puede atacar a la planta bajo condiciones de humedad.

En Australia, el cultivar Rongai se desarrolla con pocos ataques de enfermedades y en general el lablab es más tolerante de las enfermedades de la raíz que el caupí (Tropical Forages, 2011).

1.5 Producción

1.5.1 Semillas

Kozantseva (1975) al estudiar la biología de la floración, en un clima seco y días cortos, encontró que comienza entre los 54-62 días después de la emergencia y que las semillas maduran entre los 24-29 días después de la floración. El mayor porcentaje de polen viable, entre el 80-90%, se encuentra cuando las yemas florales están maduras y se manifiesta como una especie de polinización cruzada y con una auto polinización elevada.

Pakle y Deskmukla (1971-72), observaron que las flores abren entre las 9:00 y 17:00 horas, con un máximo entre las 14:00 y 16:00 horas.

Peters *et al.* (2003) y Vilela (2007) señalan que las semillas de esta especie no presentan dormancia, aspecto importante para la práctica agronómica, con producciones entre 1,5 a 4,3 t/ha con un mínimo de germinación del 75 hasta el 95%.

1.5.2 Forraje

La producción de forraje de *L. purpureus* tanto en cultivo puro como asociado es un tema muy estudiado.

Boin y Biondil (1974), al intercalarlo con maíz, en octubre o enero, encontraron, que en fase lechoso, el mejor rendimiento total se alcanza en el mes de octubre, con diferencias significativas (11,3 y 8,4 t/ha).

Favoretto y Peixoto (1977) cuando lo sembraron en cultivo puro en octubre y en noviembre encontraron rendimientos de 2,43 y 1,79 t/ha respectivamente.

Sin embargo, Wood (1983), al evaluar los cvs. Rongai, Highworth, CPI 31113, CPI 41222 y CPI 60216, al desplazar las fechas de siembra a noviembre, enero y febrero, obtuvo que el mejor momento de siembra fue la primera fecha, con un rendimiento de 6,31 t/ha, mientras que con los momentos de siembra restantes los rendimientos oscilaron entre 2,65 y 3,67 t/ha.

Estos resultados señalan que el momento más adecuado para sembrar esta especie es entre los meses de octubre y noviembre.

Musa (1971) cuando probaron durante 4 años varias leguminosas en una rotación de cultivos sobre un suelo arcilloso alcalino, obtuvieron que *L. purpureus*, conjuntamente con *Phaseolus trilobus* y *Clitoria ternatea*, fueron las de más rendimiento, evidenciando el alto potencial productivo de esta especie.

En las condiciones de la India, Magoon *et al.* (1974) hallaron que como forraje verde, *L. purpureus* cv. IGFRI-2 produjo 2,25-2,77 t/ha en la fenofase de floración en un solo corte.

Pedreira *et al.* (1976b) al comparar el rendimiento de MS de *L. purpureus*, *Vicia sativa* y un grupo de gramíneas obtuvieron que la primera fue la de mayor producción de MS (2,45 t/ha) en las condiciones de Tailandia.

Trongkongsin *et al.* (1976) al evaluar, durante el período seco, con riego y corte cada 4 semanas, el potencial productivo de un grupo de leguminosas anuales donde se incluyó a *L. purpureus*, hallaron que las producciones de MS no fueron altas, debido a la frecuencia de defoliación empleada.

Manjunatha (1977) obtuvo que *L. purpureus* produjo 1,11 t/ha durante el verano, estando influenciado este bajo rendimiento, entre otros factores, por el momento de siembra, que no fue el más oportuno.

Chahuan y Faroda (1979) al evaluar esta especie con una fertilización basal en el momento de la siembra de 20, 40 y 40 kg de N, P₂O₅ y K₂O/ha, respectivamente, más otra fertilización al mes siguiente con 20 kg N/ha, obtuvieron una producción total de MS de 3,04 t/ha.

Peters *et al.* (2003) reporta una producción de 4 y 10 t de MS/ha de biomasa a los 3 y 6 meses de sembrado.

La inoculación de las semillas de *L. purpureus* con cepas seleccionadas de *Rhizobium* permite incrementar el rendimiento del forraje, desde 6,25 hasta 8,35 t MV/ha (Fadunca *et al.*, 1978).

1.6 Calidad y valor nutritivo

1.6.1 Composición química de *Lablab purpureus*

Murphy y Colucci (1999) realizaron una revisión bibliográfica de la composición química, proteína y fibra cruda en diferentes fracciones de *L. purpureus*, hojas, tallos, y semilla (tablas 1 y 2).

El contenido medio de proteína bruta de la planta entera fue de 17% con valores entre el 10% y el 22%.

Este indicador presentó valores más elevados en las hojas, entre el 14,3% y 38,5%, mientras que en los tallos, el rango se inició a partir del 7,0% hasta el 20,1%.

En las semillas este elemento fluctuó entre 23,0% y 28,0%.

El porcentaje promedio de fibra bruta en la planta entera fue de 27,8% mientras que los valores para FAD fueron de 43,0%, en la FND de 38,6% y en la LAD de 7,1%.

Uno de los retos del crecimiento de los forrajes en ambientes tropicales es el efecto que ejerce sobre las características nutricionales de las plantas.

Las altas temperaturas disminuyen los contenidos de carbohidratos solubles, factor que determina incrementos en los contenidos de fibra y disminuciones en la digestibilidad (Norton y Poppi, 1995).

En las leguminosas, al igual que en las gramíneas, con la maduración el contenido de fibra bruta, generalmente se incrementa (Minson, 1990).

Tabla 1.1. Contenido de proteína bruta en *L. purpureus* (% MS).

Planta entera	Planta entera	Hojas	Tallos	Semillas	Referencias
14,0	10,3 - 17,1	-	-	-	Milford y Minson (1968)
-	11,8 - 17,5	-	-	-	Wetherall (1969)
-	-	26,1 - 26,4	11,9 - 16,3	-	Philpotts (1969)
16,3	10,0 - 16,9	-	-	-	McLeod <i>et al.</i> (1976)
19,3	18,6 - 20,1	32,7 - 38,5	8,65 - 8,7	-	Favoretto <i>et al.</i> (1977)
-	12,1 - 18,9	21,5 - 21,8	7,4 - 8,0	-	Jakhmola <i>et al.</i> (1981)
-	-	24,4	7,19 - 8,3	23,9 - 25,3	Wood (1983)
-	-	21,6 - 27,9	13,9 - 20,1	-	Hendricksen <i>et al.</i> (1985a)
16,0	-	15 - 33	7,0 - 8,0	-	Cameron (1988)
15,6	-	23,9	7,2 - 18,0	-	Mayer <i>et al.</i> (1986)
25,0	-	23,5	10,1	-	
16,4	-	-	-	-	Harricharan (1988)
-	-	14,3	10,0	-	Hendricksen <i>et al.</i> (1981)
-	11,3 - 19,0	14,3	11,8	-	Skerman <i>et al.</i> (1991)
18,6	-	-	-	-	Abule <i>et al.</i> (1995)
12,2	-	-	-	-	Umunna <i>et al.</i> (1995)
12,2	-	-	-	-	Nsahla <i>et al.</i> (1996)
13,5	-	-	-	-	Makembe <i>et al.</i> (1996)
17,25	15,0 - 20,2	19,0 - 33,4	7,9 - 12,1	-	Murphy (1998)
	11,0 - 23,0			20,0 - 28,0	Peters <i>et al.</i> (2003)
17,0	10,0 - 22,0	14,3 - 38,5	7,0 - 20,1	23,0 - 28,0	Promedio total

(Murphy y Colucci, 1999).

1.6.1.1 Digestibilidad

La digestibilidad de la materia seca del forraje en los rumiantes es la sumatoria de las digestibilidades de los tejidos que forman la morfología, la anatomía y la composición química de este (Aganga y Tshwenyane, 2003). Es por ello que la digestibilidad tanto de la materia seca, como de los diferentes nutrientes, varía en dependencia de las características del forraje que se estudie.

En la tabla 1.3 se presenta un resumen realizado por Minson (1990) con los principales resultados hallados de este indicador. El promedio de la digestibilidad de la materia seca más frecuente, oscila alrededor del 56%, con independencia del método utilizado para su determinación (*in vivo*, *in situ* o *in vitro*), de la especie animal, vacas o carneros y de las características físicas del forraje aunque se observan disminuciones en la DMS de los tallos en relación a las hojas y al forraje de la planta entera.

Como en casi todas las leguminosas, la digestibilidad de la materia seca del lablab declina o disminuye con la maduración (Milford y Minson, 1968).

Tabla 1.2. Contenido de fibra en *Lablab purpureus*. (%MS).

Muestras	FB	FND	FAD	LAD	Referencias
Planta entera	28,9	-	39,5	8,4	McLeod <i>et al.</i> (1976)
Rango	26,6 - 31,7	-	36,5 - 41,6	7,6 - 9,5	
Planta entera	24,0	-	-	-	
Hojas	13,8	-	-	-	Mayer <i>et al.</i> (1986)
Tallos	31,5	-	-	-	
Hojas	-	42,5	-	9,4	
Tallos	-	54,2	-	9,8	Hendricksen <i>et al.</i> (1981)
Lablab heno	-	43,0	-	-	
Lablab heno	-	42,0	36,0	7,0	
Planta entera	-	43,0	-	-	Umunna <i>et al.</i> (1995)
Planta entera	-	57,9	46,6	-	
Planta entera	-	44,0	32,3	5,8	
Hojas	-	37,3	23,4	4,4	Murphy (1998)
Tallos	-	61,9	49,4	9,1	
Promedio	-	-	-	-	
Planta entera	27,8	43,0	38,6	7,1	

(Murphy y Colucci, 1999)

Tabla 1.3. Digestibilidad de la materia seca (DMS) de *Lablab purpureus*.

Muestras analizadas.	DMS %		Autores
	Media	Rango	
<i>Lablab purpureus</i>	55,5	50,9 - 59,2	Milford <i>et al.</i> (1968)
<i>Lablab purpureus</i> heno	62,6	54,2 - 68,1	Thurbon <i>et al.</i> (1970)
Lablab (<i>in vivo</i> - vacas)	55,5	50,9 - 59,2	McLeod <i>et al.</i> (1976)
Lablab (<i>in vitro</i>)	55,9	52,4 - 60,0	
Lablab heno 1er. corte (carneros)	43,9	-	Favoretto <i>et al.</i> (1978)
Lablab heno 2do. corte (carneros)	39,4	-	
Lablab hoja (vacas)	55,0	-	
Lablab tallos (vacas)	55,4	-	Hendricksen <i>et al.</i> (1981)
Lablab hoja (carneros)	55,8	-	
Lablab tallos (carneros)	49,4	-	
Lablab - 80 días	54,9	53,6 - 56,3	Jakhmola <i>et al.</i> (1981)
Lablab	75,0	-	Ojeda <i>et al.</i> (1988)
Avena. Pajas + Lablab	53,1	-	Umunna <i>et al.</i> (1995)
Avena. Heno + Lablab	57,6	-	
Lablab	55,4	-	
70 : 30 Maíz : Lablab (<i>in situ</i>)	53,8	-	Nsahlai <i>et al.</i> (1996).
50 : 50 Maíz : Lablab (<i>in situ</i>)	55,0	-	
Lablab planta entera (<i>in vitro</i>)	63,0	60,9 - 67,5	
Lablab hojas (<i>in vitro</i>)	68,9	62,1 - 75,8	Murphy (1998)
Lablab tallos (<i>in vitro</i>)	54,4	49,1 - 61,5	
Digestibilidad promedio de la planta entera	56,1	50,9 - 68,1	

1.6.1.2 Consumo voluntario y selección

Los consumos voluntarios medios (tabla 1.4) indican que *L. purpureus* tiene una palatabilidad satisfactoria cuando está en estado vegetativo o comienzo de la maduración (Jakhmola y Pathak, 1981).

Wood (1983) encontró que después de florecer, la hoja era el componente más valioso en una cosecha de *L. purpureus* pues tiene no sólo un contenido mucho más alto de proteína que el tallo sino porque es preferida por las vacas.

Esto coincide con los resultados hallados en una prueba de alimentación realizada por Hendricksen *et al.* (1981) quienes encontraron que las ovejas y las vacas comieron más hojas que tallos. El mayor consumo de hojas fue asociado con una menor retención en rúmen y no precisamente a las diferencias de digestibilidad.

En un ensayo en pastoreo, Hendricksen y Minson (1980) encontraron que los animales seleccionaban más las hojas y que los consumos de materia orgánica declinaron cuando la disponibilidad de las fracciones de hoja disminuyó, indicador que se debe tener en cuenta al utilizar el forraje de *L. purpureus* como alimento fresco o cuando es conservado como heno.

Se ha demostrado que la fracción hoja es altamente apetecible sin embargo, existen evidencias que en el grano es todo lo contrario.

Addison *et al.* (1984) hallaron que el grano molido de *L. purpureus* cv. Highworth como suplemento, es mal aceptado por los toros, los cuales obtuvieron ganancias de peso vivo inferiores a las que potencialmente sugería la composición química de la ración ofertada durante la estación seca y lo atribuyeron a la presencia de algún inhibidor del crecimiento asociado a la proteína del grano.

Tabla 1.4. Consumo voluntario de *L. purpureus* (g/kg P^{0,75}).

Consumo voluntario	Parte de la planta	Especie	PV (kg)	CMS (kg)	Referencias.
53,8-73,7	Heno	carnero	50	1,01 - 1,39	Milford <i>et al.</i> (1968)
66,3	Heno	carnero	50	1,25	Favoretto <i>et al.</i> (1978)
91	Hojas	vacas	400	8,14	Hendricksen <i>et al.</i> (1981)
51	Tallos	vacas	400	4,56	
91	Hojas	carnero	50	1,71	
53	Tallos	carnero	50	0,99	
50-60	Forraje (lluvia)	vacas	-	-	Ojeda <i>et al.</i> (1988)
80	Forraje (seca)	vacas	-	-	

1.7 Utilización en sistemas de producción

Maass *et al.* (2010) al comparar la aceptación del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) y cowpea (*Vigna unguiculata*) con *L. purpureus*, por su diversidad de empleos, este resultó el más destacado y preferido en los sistemas agrícolas de muchos países africanos.

En las zonas tropicales, en las dietas convencionales para los rumiantes, prevalecen los forrajes de mala calidad, caracterizados por FND altas, bajos contenidos del nitrógeno y lentas tasas de fermentación. Esta pobre combinación dietética conduce a pérdidas de peso, una susceptibilidad creciente a los riesgos de salud y a un funcionamiento reproductivo reducido (Murphy y Colucci, 1999).

Sin embargo, la inclusión de leguminosas en estos regímenes de alimentación ayuda a rectificar algunos de los problemas asociados al déficit de proteína y a los contenidos altos de fibra en la dieta.

Wetherall (1969) sugiere pastorear *L. purpureus* de conjunto con los pastos de mala calidad con la finalidad de optimizar la alimentación durante otoño e invierno, ya que cuando los animales solo consumen pastos nativos, generalmente, pierden peso corporal.

En estudios realizados con toros, usando *L. purpureus* como suplemento, Hendricksen y Myles (1980) lograron invertir esta tendencia, con aumentos de peso desde 93 g hasta 1 036 g/animal/día dependiendo de la forma en la cual es suministrado.

En una dieta a base de heno de avena, para ovejas, el empleo de *L. purpureus* como suplemento, casi duplicó el aumento diario de peso con respecto a las alimentadas con la dieta básica (Umunna *et al.*, 1995).

Ndlovu y Sibanda (1996) obtuvieron resultados similares al suplementar ovejas con *L. purpureus*, 3,1 vs 1,0 kg.

Makembe y Ndlovu (1996), en estudios realizados con cabras, demostraron que las dietas con rastrojos de maíz suplementadas con *L. purpureus* inducen mejores pesos corporales, altos pesos del cabrito al nacer, tasas de crecimiento más rápidas y mayores producciones de leche con respecto a las prácticas tradicionales, donde no se utiliza suplementación.

En Australia, Hamilton *et al.* (1970) hallaron que los animales que consumen raciones con *L. purpureus* mantienen un mayor nivel de producción de leche, con respecto a los que solo

tienen a su disposición pastos y una declinación menos lenta en su curva de lactancia. Estos resultados lo atribuyeron a una digestibilidad más alta de la dieta y a que durante el pastoreo, las vacas seleccionan las hojas, que son más ricas en proteína y más digestible que los tallos.

En un sistema dónde se empleó *L. purpureus* intercalado con el forraje que se ofertaba a las vacas, ello permitió aumentos de 3 L/vaca/día, similar a la respuesta obtenida cuando se empleó una suplementación con la soya, con la ventaja, de presentar un menor costo/t de materia seca (Cino *et al.*, 1994).

En Honduras, al comparar dos sistemas de alimentación, rastrojos de maíz contra el rastrojos de maíz/*L. purpureus*, el sistema que incluyó la leguminosa produjo más leche/animal/hectárea que el tradicional y una mayor ganancia de peso corporal en las vacas (Sinclair, 1996).

Harricharan *et al.* (1988), señalan que además de su potencial como fuente nutritiva en la alimentación del ganado, *L. purpureus*, cuando está incluido en los sistemas tropicales de la agricultura, ofrece como ventaja, la incorporación de N atmosférico en formas disponibles para el sistema planta-animal-suelo de una manera barata y ambientalmente amistosa.

El nivel de la fijación de N y la eficiencia nodulativa de esta leguminosa depende del índice de crecimiento de la misma y de las condiciones del suelo donde se desarrolle.

Humphreys (1995), señala fijaciones entre 15-40 kg de N por cada 1 000 kg de materia seca producida y que esta forma de fertilización natural permite a los pequeños productores mejorar el suelo.

Por su raíz profunda, *L. purpureus* no solamente es resistente a la sequía sino que puede trasladar los minerales que necesita en su nutrición desde las profundidades hasta las partes superiores del suelo, además de contribuir a disminuir la erosión y la salida del suelo. Cuando está sembrado en huertas o plantaciones de café, participa en el control natural de las malas hierbas sin efecto perjudicial sobre los arbustos o los árboles frutales (Schaaffhausen, 1963).

No obstante, una desventaja del lablab es que cuando sus tallos son muy fibrosos, su descomposición es prolongada, dificultando e interfiriendo la siembra del cultivo subsiguiente (Wood, 1983).

Reyes *et al.* (2000) al sembrar en una plantación de morera (*Morus alba* Lin), como cultivo intercalado *L. purpureus*, alcanzaron altos rendimientos de esta planta arbórea y obtuvieron una producción adicional de semillas de *L. purpureus*, además de generar un residuo de cosecha que contribuyó a mantener la fertilidad del suelo a través del reciclaje de nutrientes.

L. purpureus se puede incorporar en sistemas de pastoreo y puede ser utilizado en sistemas de pastoreo rotatorio controlado (Jones *et al.*, 1991) también permitir que las vainas tiernas o maduras puedan ser consumidas por el hombre como parte de su alimentación (Sinclair, 1996).

Cuando *L. purpureus* se emplea como suplemento al 40% del consumo total de una ración de ensilaje de baja calidad con ovinos, permite alcanzar mayores niveles de alimentación y consumo (Esperance, 1996).

1.7.1 Asociaciones con gramíneas para corte

La asociación del lablab con otras especies de gramíneas resulta un método económico para mejorar el suelo y obtener, al mismo tiempo, producciones agrícolas y alimentos para el ganado.

Vieito *et al.* (2004) al estudiar la producción de semilla en Guinea como monocultivo o en policultivo con *L. purpureus*, demostró que ambas especies son compatibles, con rendimientos, kg/ha/año, de 139 vs 271 en el primer año y de 170 vs 384 en el segundo año. La reducción en la aplicación de fertilizante nitrogenado fue de 150 kg/ha, con incrementos en la eficiencia del uso de la tierra para la producción de semillas fue del 98 y 197%.

Linares (2009), al estudiar el efecto de la asociación de *L. purpureus* con sorgo sobre la supresión de malezas y la acumulación de materia orgánica en el suelo, encontró que la mayor producción de biomasa, 3,5 t/ha, se produjo en el tratamiento en el cual el de *L. purpureus* representaba el 70% en la asociación.

1.7.2 Suplementación para la producción de leche

Milera *et al.* (1989) al evaluar, el comportamiento de *L. purpureus* cv. Rongai en un cultivo puro como banco de proteína, sembrado en el mes de octubre y comenzado a pastorear en el mes de diciembre (70 días) a dos disponibilidades A) 15 y B) 30 kg de MS/vaca/día, en condiciones de un pastoreo restringido de pasto estrella más ensilaje de gramínea *ad libitum*, comprobó, que disponer de *L. purpureus* era una buena opción para el período de escasez de alimentos, con posibilidades de ser explotado, al menos, durante 4 meses del período poco lluvioso y de sustituir el empleo del concentrado.

Ojeda y Díaz (1991) al confeccionar dos ensilajes de *Panicum maximum* cv. Likoni, uno con la gramínea pura y otro incluyendo 20% de *L. purpureus* cv. Rongai con vacas mestizas (Holstein x Cebú) de 482 kg de peso vivo, 90 días de lactancia y tres lactaciones, demostraron que la inclusión de leguminosas incrementó significativamente ($P<0,01$) el consumo de ensilaje por grupo (26,1 vs 22,1 kg MS/animal/día) y la producción de leche (7,7 vs 6,6 l/animal/día), y la consideraron una opción ventajosa para el empleo de ensilajes en el trópico.

Lovadín *et al.* (1972) encontraron que esta especie presentó mayores rendimientos cuando se sembró con maíz que como cultivo puro.

Sinclair (1996) al evaluar el efecto de la asociación de *L. purpureus* con el maíz, para la producción de leche, en diferentes localidades en Honduras, encontró aumentos mayores en los sistemas mejorados, con respecto al sistema tradicional, maíz solo.

Sosa *et al.* (2005) señalan que al asociar *L. purpureus* con maíz, permite aumentar en un 13% la rentabilidad del cultivo, ya que al pastorear los rastrojos con la presencia de la leguminosa, se logra incrementar las producciones de leche y carne.

Capítulo 2. Materiales y métodos generales

2.1 Situación geográfica

Los trabajos experimentales se efectuaron en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, situada en la zona central de la provincia de Matanzas, en el punto geográfico determinado por los 22°48'7" de latitud Norte y los 81°2' de longitud Oeste a una altura de 19,01 m sobre el nivel medio del mar.

2.2 Características climatológicas

En la tabla 2.1 se presentan las principales características climáticas del área experimental, registradas en los años en que fueron realizados los experimentos.

Las temperaturas en el período de mayo-octubre (época de lluvia) son superiores a las medias anuales y de noviembre-abril (época poco lluviosa) son inferiores, con enero como el mes de más bajas temperaturas y julio y agosto los más calurosos.

El período mayo-octubre fue el de mayores precipitaciones, con 1 136,1 mm y representa el 81% del total anual, prevaleciendo los meses mayo-junio mientras que en el período de noviembre-abril fue de 318,2 mm, con un promedio anual de 1 454,3 mm

El promedio anual de la humedad relativa promedio fue de 77,5%, inferior al período mayo-octubre (80%) y superior a la de noviembre-abril, con un 74,9%.

Las mayores evaporaciones ocurrieron en la época de marzo a agosto y las menores de septiembre a febrero.

En la época de noviembre-abril, las evaporaciones resultaron superiores a las precipitaciones, lo que indica la necesidad de riego, no así en la época de mayo-octubre, aunque las lluvias resultaron algo inferiores en los meses de julio-agosto.

2.3 Suelos

Los suelos son clasificados como Ferralíticos Rojos, de relieve llano y rápida desecación, arcillosos, sobre una base de roca caliza dura y cavernosa; sus rasgos morfológicos sobresalen por ser profundos, con una notable uniformidad en sus perfiles y composición química (Hernández *et al.*, 2003).

Tabla 2.1. Principales características climáticas del área experimental.

Meses	Temperatura (°C)			Lluvia (mm)	HR (%)	Evaporación. (mm)
	Máxima	Mínima	Media			
Enero	25,5	13,3	19,9	42,8	76,4	101,4
Febrero	27,6	13,8	20,7	51,2	73,4	139,2
Marzo	30,0	16,1	23,1	47,5	70,0	192,2
Abril	31,1	17,6	24,2	96,8	69,4	213,9
Mayo	31,9	20,1	26,0	254,7	76,4	183,2
Junio	32,2	21,6	26,9	250,4	80,4	161,7
Julio	33,0	21,5	27,3	141,1	78,4	185,4
Agosto	33,0	21,6	27,3	145,3	79,7	188,5
Septiembre	32,6	21,3	27,0	219,7	81,9	143,4
Octubre	30,6	20,2	25,4	124,9	83,0	134,2
Noviembre	29,1	17,8	23,5	49,8	81,0	114,0
Diciembre	28,0	15,7	21,9	30,1	79,4	113,2
Media	30,5	18,4	21,9	1 454,3	77,5	1 870,3

El análisis químico presenta las siguientes características: pH 6,03; materia orgánica 2,90%; nitrógeno 0,18%; fósforo 2,83 mg/100 g; potasio 7,14 mg/100 g y calcio 0,23%; y sus características originales han variado por las fertilizaciones a que han sido sometidos durante muchos años (Remy, 1982).

2.4 Procedimiento experimental

En todos los experimentos, se utilizó *L. purpureus* cv Rongai.

La leguminosa se sembró después de una preparación que incluyó, roturación con arado de discos, pase de grada ligera, cruce con arado, pase de grada ligera y surcada a 70 cm de distancia entre surcos.

La siembras se efectuaron de forma manual y las semillas se distribuyeron de manera homogénea, en el fondo de los surcos, con dosis de semilla pura germinable de 20 kg/ha.

En ambas épocas, se aplicó una fertilización base de superfosfato triple de sodio y cloruro de potasio, a razón de 50 y 50 kg/ha.

A los 15 días de emergidas las plantas, en cada siembra se aplicó una fertilización nitrogenada de 60 kg/ha con urea.

Se aplicó riego en la época poco lluviosa con normas de 200-250 m³/ha cada 15-20 días con un sistema por aspersión portátil.

Durante el establecimiento y la ejecución de las evaluaciones, las plantaciones sufrieron el ataque de plagas, evaluadas como ligeras o poco severas, en las cuales predominaron los insectos del género crisomélidos aunque en ningún caso comprometieron la supervivencia de *L. purpureus* ni sus rendimientos.

Para la determinación del valor nutritivo, en todos los experimentos, se utilizaron 6 carneros adultos (2 a 4 años de edad) castrados, con pesos vivos de 37 a 40 kg, alojados en jaulas de metabolismo individuales.

El procedimiento utilizado fue el método de colección total de heces fecales, con pesajes diarios del forraje ofertado y los residuos provenientes de la oferta del día anterior.

El forraje se obtuvo de parcelas experimentales que se diseñaron con dimensiones variables (1 500-2 500 m²), de forma que existiera correspondencia con los requerimientos de masa verde para la evaluación con los animales.

El forraje se cortó diariamente, en horas de la mañana, realizando el corte, a 15 cm de altura, con una máquina frontal o a mano, para con posterioridad, ser troceado a 2 o 3 cm en una máquina estacionaria.

El forraje se suministró en fresco a los animales a voluntad, el consumo del día anterior más el 10% adicional, dos veces al día (8:00 a.m. y 2:00 p.m.) y el residuo se recogió antes de la comida de la mañana, momento en que también se recolectaban las heces para ser pesadas individualmente.

En el momento del pesaje del forraje y de los residuos individuales de los animales, se seleccionó una muestra representativa de ambos de 300 g, mientras que de las heces se tomó un 10% de las mismas en fresco, por cada animal. Inmediatamente, se llevaron a una estufa de ventilación forzada para ser secadas a 80°C durante 48 horas, con el objetivo de determinar el contenido de materia seca y disponer de material suficiente para los análisis bromatológicos posteriores.

El consumo y la digestibilidad de la materia seca, se calcularon individualmente, afín de determinar si existía algún error experimental o dificultad con algún animal, eliminando la medición en caso de existir alguna anomalía.

Al finalizar los periodos de medición, las muestras diarias obtenidas del forraje y de las heces por animal, se sometían a un proceso de homogenización para disponer de una muestra única antes de ser enviadas al laboratorio para analizar el contenido de cenizas, nitrógeno y fibra según el método AOAC (1990).

Los cálculos correspondientes a la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, proteína bruta (N x 6,25), fibra bruta y el consumo en base al peso metabólico ($P^{0,75}$) se efectuaron de manera individual para cada animal.

Los contenidos energéticos y el consumo de los nutrientes digestibles se efectuaron según los métodos descritos por Cáceres *et al.* (2006).

Los resultados obtenidos en las mediciones se analizaron estadísticamente empleando un diseño totalmente aleatorizado según el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

donde:

Y_{ij} es la j-ésima respuesta en el i-ésimo tratamiento

μ es la media poblacional de la variable respuesta

τ_i es el efecto del i-ésimo tratamiento

ε_{ij} es un término de error aleatorio. Bajo los supuestos del modelo de muestreo ideal, los términos de error asociados a cada una de las observaciones se suponen independientemente distribuidos, normales, con esperanza 0 y varianza $\sigma^2 \forall i, j$ (varianza constante).

Las diferencias entre las medias fueron determinadas por la d-ésima de comparación de rangos múltiples de Duncan (Steel y Torrie, 1992), para un nivel de significación de $P < 0,05$, utilizando el programa estadístico SPSS (2005), Versión 10.1 para Windows.

Para la determinación de los rendimientos de materia seca se midió el área cortada diariamente y se tuvo en cuenta el peso verde del forraje obtenido durante los días que se emplearon desde la adaptación hasta el final de las pruebas.

Para la determinación de la composición hojas y tallos se tomaron muestras en días alternos durante los periodos de medición.

En cada capítulo se exponen los materiales y métodos específicos según corresponda.

Capítulo 3. Experimento 1

Efecto del período de cosecha sobre la fenofase, composición bromatológica y valor nutritivo de *Lablab purpureus* cv. Rongai.

3.1 Introducción

La alimentación de nuestra masa ganadera debe sustentarse sobre los pastos y forrajes y en especial, con especies capaces de aportar nutrientes de alta calidad y valor nutritivo.

Es por eso que las plantas leguminosas, ya sean arbóreas, arbustivas o herbáceas deben ser objeto de especial atención, no solo porque sus contenidos proteicos son superiores y tienden a disminuir de manera menos bruscas que las gramíneas tropicales, sino también por la amplia gama de aminoácidos esenciales que poseen (Sánchez, 2006).

Estudios realizados por Cáceres *et al.* (2006) señalan que los mejores valores nutricionales, en las gramíneas y las leguminosas, se alcanzan durante el periodo que antecede a la maduración de las semillas y que este proceso está vinculado a la especie o variedad, la edad, las condiciones climática, el periodo del año y a la fertilización, factores que pueden ejercer una influencia importante en la aceleración o el retardo del estado fisiológico de la planta.

L. purpureus bajo condiciones de altas temperaturas y luminosidad, la producción de semillas no se presenta, (Sultana *et al.*, 2001), por lo que se requiere de evaluaciones que permitan conocer su comportamiento, cuando es utilizado como forraje fresco, de acuerdo a los diferentes periodos de crecimiento y cosecha.

Los objetivos de este capítulo fueron determinar los efectos de la fenofase sobre la composición bromatológica y el valor nutritivo de *L. purpureus* cv. Rongai en tres periodos contrastantes del año.

3.2 Materiales y métodos

Los procedimientos para el establecimiento de las parcelas, las determinaciones de la composición bromatológica y el valor nutricional se realizaron de acuerdo a los métodos descritos en el capítulo 2.

Los períodos evaluados fueron:

- **A** - Febrero a mayo
- **B** - Julio a septiembre
- **C** - Octubre a diciembre

Los experimentos se ejecutaron durante un intervalo de 4 años, de manera que a cada uno de ellos tuviera tres repeticiones en el tiempo.

En cada período, la siembra de la leguminosa tuvo un rango de diferencia máximo, de un mes con respecto al inicial considerado y el último se correspondió a la fecha que culminaron las evaluaciones.

En concordancia, los valores presentados fueron el resultado de las medias obtenidas de todos los experimentos incluidos en cada periodo aunque para efectuar los análisis estadísticos se emplearon cada una de las mediciones de manera individual.

En el tratamiento A las evaluaciones se efectuaron cuando las plantas se encontraban en la fenofase de grano lechoso, en el B en estado vegetativo mientras que el C las mismas se mantuvieron en estado de floración y formación de legumbres.

De manera general, las edades de los tratamientos oscilaron entre los 80 y 110 días según la época del año.

Las diferencias entre las medias fueron determinadas por la dócima de comparación de rangos múltiples de Duncan (Steel y Torrie, 1992), para un nivel de significación de $P < 0,05$, utilizando el programa estadístico SPSS (2005), Versión 10.1 para Windows.

3.3 Resultados y discusión

Los estados fenológicos de *L. purpureus*, varían en función del cultivar y de la época durante la cual se desarrolla el cultivo.

Su desarrollo y floración se alcanza cuando los días son cortos, menos de 11 horas de luminosidad, aunque esta fenofase puede continuar durante el transito del invierno hacia la primavera (FAO, 2011).

Una evaluación con 33 accesiones de *L. purpureus*, señala que la variedad Rongai se encuentra entre las accesiones con floración más tardía, con producción de semillas alrededor de los 157 días, factor que se consideró como negativo para la producción de granos pero favorable para la obtención de forraje (Ayisi *et al.*, 2004).

En la tabla 3.1 se muestra las medias y los rangos en que fluctuaron la producción de forraje y los porcentajes de hojas, en las condiciones de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”.

En términos absolutos, los periodos iniciados en febrero y julio, no presentaron diferencias estadísticas en los rendimientos, pero fueron superiores al que comenzó en Octubre.

El porcentaje de hojas más favorable se encontró durante el periodo de febrero a mayo, con una declinación importante en los otros intervalos.

Herrera *et al.* (1966), señalan que cuando la planta transita de la floración a la formación de legumbres, los rendimientos de materia seca se incrementan en un 7% aunque esta aseveración no fue evidente para el periodo octubre-diciembre.

Milford y Minson (1968) al estudiar el efecto de la época, hallaron que cosechar *L. purpureus* en invierno permite aumentar los rendimientos de la planta completa en un 61% e incrementar en un 66% las producciones de hojas con respecto a la cosecha que se realiza en otoño.

Tabla 3.1. Promedio y rangos de rendimiento y % de hojas durante los periodos del forraje de *L. purpureus* cv. Rongai (%).

Período Tratamiento	Rendimiento t MS/ha	Rango ±DS	% Hojas	Rango ±DS
Febrero a mayo A	2,35 ^a	1,9-2,9 0,66	55,32 ^a	55-56 2,31
Julio a septiembre B	2,40 ^a	1,3-3,5 0,79	44,25 ^b	40-45 2,52
Octubre a diciembre C	1,15 ^b	1,4-0,9 0,95	47,52 ^b	48-38 3,10
ES ±	0,15 **		1,63 *	

a,b Valores con superíndices no comunes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

Esta misma tendencia fue encontrada por Wood (1983), aunque sus incrementos en producción de materia seca fueron menores (38%).

También, dentro de una misma época, es posible hallar diferencias en los rendimientos por acción del mes empleado para la siembra.

En Brasil, Favoretto y Peixoto (1977) hallaron incrementos de un 22% en los rendimientos de materia seca por efectuar la plantación en noviembre y no en octubre, incluso con mayores producciones de hojas (47%).

Las mayores variaciones se presentaron en el periodo de julio a septiembre para los rendimientos y en octubre a diciembre para los porcentajes de hojas.

La amplitud hallada en los rangos concuerda con las halladas por diversos autores según la revisión bibliográfica realizada por Murphy y Colucci (1999).

Estos comportamientos son de gran importancia por las repercusiones que tienen sobre el valor nutricional de la planta.

En los tres periodos, el contenido de materia seca (MS) no superó el 25%; aunque se hallaron diferencias significativas ($P < 0,01$) en el periodo de febrero a mayo con respecto al resto de los tratamientos (tabla 3.2).

Este resultado está vinculado a las características fisiológicas de la planta durante este período del año, el cual al presentar menores radiaciones solares y temperatura, favorece una maduración más temprana de *L. purpureus* lo que provoca que el forraje sea menos succulento, y tienda a mostrar un contenido más alto de materia seca.

Estos valores son similares a los hallados por Morris y Levitt (1968) para esta leguminosa cuando fabricaron ensilajes con ella y a los encontrados por Omole *et al.* (2007) para este cultivar en materia seca y proteína bruta.

El contenido de materia orgánica (MO) no presentó diferencias significativas entre los periodos, con un valor promedio de 90,64% similar a los hallados por Aganga y Kgwatalla (2006) para esta accesión, por Xandé y García-Trujillo (1985) en un grupo de leguminosas tropicales con diferentes manejos agrotécnicos, y por Cadavid y Gil (2010) para *Pueraria phaseoloides*.

La proteína bruta (PB) y la fibra bruta (FB) no presentaron diferencias significativas entre los periodos.

Los valores de PB fueron ligeramente inferiores a la media de varias investigaciones referenciadas por Murphy y Colucci (1996) y superiores a los encontrados por Duncan y Janson (2010), no así los porcentajes de FB los cuales coincidieron con los encontrados en estas evaluaciones, entre 24 y 28%.

Tabla 3.2. Composición química del forraje de *Lablab purpureus* cv. Rongai.

Tratamiento/ fenofase	Períodos	MS (%)	MO (%)	PB (%)	FB (%)	EB (Mcal/kg MS)
A Grano lechoso	Febrero a mayo	24,62 ^a	91,16	14,79	24,81	4,44
B Vegetativo	Julio a septiembre	18,03 ^b	91,88	14,90	26,10	4,47
C Floración formación de legumbres	Octubre a diciembre	19,90 ^b	88,89	16,20	28,12	4,36
ES ±		0,67**	0,84	0,63	0,79	0,36

a,b Valores con superíndices no comunes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

** $P < 0,01$

No se hallaron diferencias significativas en el contenido de energía bruta (EB) entre los momentos estudiados, con valores entre 4,36 y 4,47 Mcal/kg MS. Ellos superan a los reportados por Nworgu y Ajayi (2006) para este cultivar e incluso a los de otras leguminosas evaluadas por estos autores.

En los rumiantes, la digestibilidad de la materia seca (DMS), está afectada por la morfología, la anatomía y la composición química de la planta y es la sumatoria de la digestibilidad de sus componentes tisulares (Aganga y Tshwenyane, 2003).

Los valores fueron altos en todos los períodos, entre 62,08 y 64,67%, sin embargo, no se hallaron diferencias significativas entre ellos, a pesar que existieron contrastes en las fenofases (tabla 3.3).

Villaquiran y Lascano (1986), al estudiar cuatro leguminosas herbáceas, obtuvieron para *Centrosema macrocarpum*, porcentajes similares y los consideraron, de acuerdo a sus criterios evaluativos, como adecuados.

En la digestibilidad de la materia orgánica (DMO), los valores hallados de febrero a mayo, superaron significativamente a los de julio a septiembre mientras que en octubre a diciembre se obtuvieron resultados intermedios desde el punto de vista estadístico ($P < 0,01$).

Estos porcentajes fueron superiores a los reportados por Jakhmola y Pathak (1981).

Los altos porcentajes hallados en la digestibilidad de la proteína bruta (DPB) y la no incidencia de diferencias significativas entre los periodos, indica que en *L. purpureus*, la asimilación de este nutrimento presenta una buena estabilidad, con independencia de su estado fenológico.

Tabla 3.3. Digestibilidad de los nutrientes del forraje de *Lablab purpureus* cv. Rongai (%).

Tratamientos/ fenofases	Períodos	DMS	DMO	DPB	DFB	DEB
		%				
A Grano lechoso	Febrero-mayo	64,67	68,34 ^a	74,25	55,89 ^a	68,89 ^a
B Vegetativo	Julio-septiembre	62,21	64,77 ^b	73,42	53,19 ^{ab}	65,28 ^b
C Floración formación de legumbres	Octubre-diciembre	62,08	67,45 ^{ab}	75,72	48,35 ^b	70,75 ^a
ES ±		0.93	0,83 ^{**}	1,52	1,49 [*]	1,08 ^{**}

a,b Valores con superíndices no comunes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)* $P < 0,05$ ** $P < 0,01$

Ellos son superiores a los informados por Legel (1983) en esta especie y superiores también a los encontrados por Xandé y García-Trujillo (1985) en otras leguminosas de importancia.

Nsahlai y Umunna (1996) señalan que al emplear *L. purpureus* como suplemento proteico en dietas de paja de avena, la proteína de esta leguminosa se degrada rápidamente en el rumen y que suministra de manera eficiente, el nitrógeno requerido por las bacterias que promueven la degradación de los forrajes de baja calidad.

En las leguminosas, los mayores contenidos de lignina se encuentran en los tallos a diferencias de las gramíneas dónde este compuesto se presenta en toda la planta (Wilson, 1993)

La digestibilidad de la fibra bruta (DFB), resultó significativamente superior en el periodo de febrero a mayo con respecto al periodo de octubre a diciembre e intermedia para la correspondiente a julio a septiembre.

Los bajos porcentajes y los cambios detectados, pudieron estar influenciados más por la característica de esta especie, de poseer tallos pequeños pero muy leñosos con altos contenidos de hemicelulosa y lignina; que por los porcentajes de hojas presentes entre los períodos, lo cual hizo que la DFB se viera reducida de forma integral en el forraje.

En la digestibilidad de la energía bruta (DEB), los menores valores se hallaron en el periodo de julio a septiembre, con diferencias significativas, cuando las plantas se encontraban en estado vegetativo, respuesta que se considera como un efecto de la presencia de legumbres en estado lechoso, las cuales aportan un nivel adicional de almidones al forraje.

Entre los factores que determinan el valor nutritivo de un forraje, el consumo de materia seca es el indicador más importante pues él rige la ingestión de los otros nutrientes que la componen.

El consumo de materia seca (CMS) en el periodo febrero-mayo, donde se alcanzaron los mayores porcentajes de hojas, fue muy superior al resto de los periodos, con diferencias significativas a $P < 0,001$ (tabla 3.4).

En una investigación con vacas en pastoreo, Hendricksen y Minson (1980), encontraron que el consumo de la materia orgánica disminuía cuando bajaba la proporción de hojas en la planta.

En estudios posteriores, Hendricksen y Myles (1980), comprobaron que tanto los ovinos como los bovinos, al consumir *L. purpureus*, preferían ingerir más las hojas que los tallos y que el consumo estaba determinado por los porcentajes de este componente morfológico.

Esta preferencia por las hojas fue atribuida a un menor tiempo de retención en rumen y no a diferencias en la digestibilidad.

En revisiones publicadas por la FAO (2010), los contrastes en el consumo, entre las partes de la plantas, también han sido señalado como una de sus característica.

En concordancia, el resto de los nutrientes evaluados, CMSD, CPB, CPBD, CFB, CFBD, CEB y CEBD, siguieron el mismo comportamiento y las diferencias significativas, aspecto a tener en cuenta al utilizar esta leguminosa como forraje.

Tabla 3.4. Consumo de los diferentes nutrimentos del forraje de *L. purpureus* cv. Rongai.

Momentos	CMS	CMSD	CPB	CPBD	CFB	CFBD	CEB	CEBD
	g/kg $P^{0,75}$							
Febrero-mayo	77,66 ^a	52,54 ^a	11,98 ^a	8,91 ^a	19,27 ^a	10,77 ^a	0,34 ^a	0,24 ^a
Julio-septiembre	46,03 ^b	28,21 ^b	6,85 ^b	4,98 ^b	12,01 ^b	6,39 ^b	0,21 ^b	0,13 ^b
Octubre-diciembre	48,65 ^b	30,08 ^b	7,86 ^b	5,95 ^b	13,68 ^b	6,61 ^b	0,21 ^b	0,15 ^b
ES ±	2,46 ^{***}	2,00 ^{***}	0,55 ^{***}	1,49 ^{***}	1,15 ^{***}	1,30 ^{***}	0,48 ^{***}	0,91 ^{***}

a,b Valores con superíndices no comunes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

*** $P < 0,001$

En todos los períodos el consumo de materia seca digestible (CMSD) superó al requerimiento para el mantenimiento de los carneros (24 g/kg de $p^{0,75}$) (García-Trujillo y Cáceres, 1984).

De los resultados se puede inferir que durante el periodo seco, cuando se necesita una mayor suplementación para garantizar los requerimientos de los rumiantes, es factible incluir en mayores proporciones dentro de la dieta *L. purpureus* pues es el periodo en el cual más se consume mientras que en el periodo lluvioso, cuando las necesidades nutricionales se pueden cubrir de manera más fácil con otros alimentos, esta proporción puede disminuir.

Las investigaciones señalan que las fenofases tienen poco efectos sobre la composición bromatológica de *L. purpureus* y que esta leguminosa produce un forraje de buena calidad durante todo el año y lográndose los mejores valores nutricionales en el período febrero a mayo, por ser el intervalo donde se presentan los mayores consumos de los diferentes nutrimentos.

Capítulo 4. Experimento 2

Efecto de la época, la edad al corte y la fenología sobre el rendimiento, composición bromatológica y el valor nutritivo de *Lablab purpureus* cv Rongai.

4.1 Introducción

Uno de los mayores problemas que enfrentan los ganaderos es la alimentación de sus animales durante todo el año en especial la estación seca, cuando los pastos se han agotado o son de baja calidad.

El bajo contenido de energía digestible y de proteína cruda en los forrajes tropicales, es una de las principales limitaciones para la producción animal durante este periodo (Ojeda *et al.*, 1990).

Normalmente es en esta época cuando se presentan los mayores problemas de enfermedades en los animales y las pérdidas de peso por la falta de alimentos de buena calidad (Sinclair, 1996).

Lablab purpureus cv. Rongai, ha demostrado, en nuestras condiciones, ser una leguminosa capaz de producir forraje, con una favorable composición química y un elevado valor nutritivo, sin embargo es importante precisar cómo influye sobre estos indicadores, la época del año, la edad y el estado fenológico, aspectos que constituyen el objetivo de este capítulo.

4.2 Materiales y métodos

Los estudios se realizaron durante dos años consecutivos, con el empleo de las metodologías descritas en el capítulo 2.

En ambas época del año, los experimentos se diseñaron para que el forraje fuera suministrado a los animales a partir de cortes continuos a las áreas y los datos de la composición química y valor nutritivo, correspondieron a las medias que presentaban las plantas durante el periodo de evaluación teniendo en cuenta, la edad o estado fonológico.

En el período lluvioso, las siembras se efectuaron entre los meses de mayo y junio. Como durante este período, se mantiene en fenofase vegetativa y las evaluaciones se realizaron a diferentes tiempos después de la siembra (tabla 4.1).

Tabla 4.1. Edades de evaluación de *L. purpureus* durante el período lluvioso.

	Días después de sembrado (DDS)					
	Tratamientos					
Período lluvioso	56	63	70	77	90	97
Intervalo	53-59	60-67	68-73	74-81	87-93	94-100

En período poco lluvioso, las siembras se efectuaron entre los meses de noviembre y diciembre. En esta época en la planta se presentan las condiciones climatológicas para que pueda producir granos, los tratamientos estudiados fueron:

Tratamiento A. Crecimiento vegetativo

Se consideró cuando la planta se encontraba en pleno crecimiento y desarrollo, entre los 56 y 70 días después de sembrado.

Tratamiento B. Floración y aparición de las vainas

Se incluyeron los resultados de las evaluaciones realizadas cuando el cultivo presentaba el 70% de la floración y alrededor del 30% de las plantas legumbres, entre los 71 y 90 días después de sembrado.

Tratamiento C. Grano lechoso

Se tuvieron en cuenta las evaluaciones durante las cuales, el forraje cosechado tenía alrededor del 50-60% de las legumbres en grano lechoso, entre los 91 hasta los 110 días después de sembrado.

Para la evaluación estadística, se tomaron los valores individuales de las pruebas durante los dos años de estudios, no menores de dos por tratamiento y las diferencias entre las medias fueron determinadas por la dócima de comparación de rangos múltiples de Duncan (Steel y Torrie, 1992), para un nivel de significación de $P < 0,05$, utilizando el programa estadístico SPSS (2005), Versión 10.1 para Windows.

4.3 Resultados y discusión

4.3.1 Período lluvioso

Los rendimientos de materia seca (tabla 4.2), mantuvieron un comportamiento ascendente, con el transcurso de los días, con diferencias significativas, $P < 0,05$, entre 56 y 70 días y con

todos los tratamientos entre los 90 y 97 días, dónde se alcanzaron los mayores valores, mientras que los porcentajes de hojas siguieron una tendencia inversa, lo que indica que el crecimiento de esta leguminosa se efectuó a partir de la elongación y engrosamiento de los tallos.

Tabla 4.2. Rendimiento de materia seca y porcentaje de hojas de *L. purpureus* a diferentes días después de la siembra.

Periodo Lluvioso							
Indicadores de producción	Días después de sembrado						ES±
	56	63	70	77	90	97	
Rendimientos (t MS/Ha)	1,7 ^c	2,0 ^{bc}	2,2 ^b	2,4 ^b	3,0 ^a	3,2, ^a	0,2 [*]
Porcentajes de hojas	61,2 ^a	58,4 ^a	56,6 ^{ab}	55,0 ^b	51,0 ^{bc}	48,7 ^c	0,5 [*]

a,b y c Valores con superíndices no comunes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

* $P < 0,05$

Aunque por consideraciones experimentales, en nuestros estudios las evaluaciones se efectuaron en estado vegetativo hasta los 97 días, Mayer *et al.* (1986) hallaron que bajo condiciones apropiadas de temperatura y humedad, la máxima producción vegetativa, para esta especie, se logra a los 130 días.

Agyemang *et al.* (2000) encontraron en una encuesta realizada en plantaciones de pequeños productores, que la cosecha a los 114 días después de sembrado, era el tiempo en que se lograba el mejor aprovechamiento del forraje.

En ninguno de estos estudios se señalan que evolución presentaron los porcentajes de hojas, aspecto de suma importancia en las leguminosas, pues de ellos depende, en buena medida, el consumo y el valor nutricional de la planta.

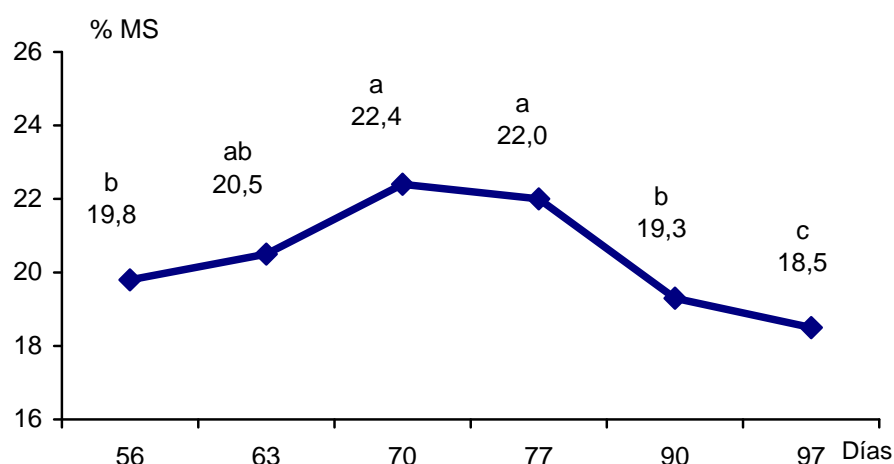
Estos cambios también se han encontrado en otras especies.

Los estudios realizados con *Glycine max* señalan que las hojas representan el 58% al inicio del ciclo biológico y sólo el 5% al final, en tanto que en *Canavalia ensiformis* la disminución es del 70 al 24% (De Gouveia y Marín, 1999).

El contenido de materia seca del forraje presentó un incremento hasta los 77 días, para disminuir a partir de los 90 días (fig. 4.1).

Los análisis estadísticos señalan que existieron diferencias significativas entre los valores para las edades de 70 y 77 días con los correspondientes a los 56, 90 y 97, y un valor medio a los 63 días.

Estos valores resultaron más bajos que los reportados para esta especie en la época de lluvia por Cáceres *et al.* (2006) en las tablas forrajeras, pero superiores a los encontrados por Odunsi (2003) en trabajos realizados en Nigeria.



a,b,c Valores con superíndices no comunes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)
ES $\pm 0,1$

Fig. 4.1. Materia seca.

El contenido proteico (fig. 4.2) presentó valores estables, con un incremento significativo, a los 77 días y una disminución entre los 70 y 97 días de sembrada.

Este comportamiento es consecuencia a que con la edad, los porcentajes de tallos se incrementan, disminuyendo los contenidos proteicos totales de la planta (De Gouveia y Marín, 1999).

Esta evolución coincide con la hallada por Minson (1990), el cual encontró una reducción del porcentaje de proteína bruta en las leguminosas tropicales, en la medida que estas maduran.

Los porcentajes alcanzados están dentro de los valores promedios de proteína bruta hallados en varias especies de leguminosas forrajeras, entre 14 y 22% (Díaz *et al.*, 2003).

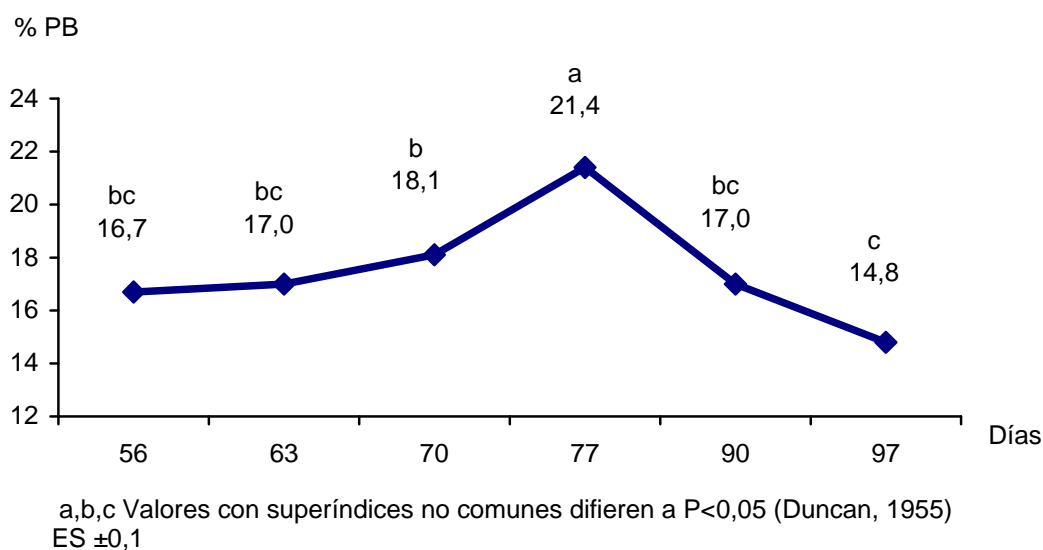


Fig. 4.2. Proteína bruta.

Los valores de fibra bruta, oscilaron entre 26 y 30%, sin diferencias significativas entre las edades estudiadas (fig. 4.3) aunque mostraron una tendencia a disminuir a partir de los 77 días de sembrada la planta.

Con el aumento de la madurez, también se incrementa la proporción de los componentes de la pared celular de los pastos (celulosa, hemicelulosa y lignina), mientras que la proporción de contenido celular disminuye (Bruinenberg *et al.*, 2000).

Las leguminosas tropicales, por ser especies C_3 , generalmente con el avance de la edad presentan menos lignificación que las gramíneas (Ibrahim, 2010), mientras en las gramíneas, varios tipos de células se lignifican, en las leguminosas sólo lo hacen las células del xilema (Wilson, 1993).

No obstante, el cambio en los porcentajes de FB coincide con el incremento en los rendimientos, lo que permite intuir que en la planta ocurren procesos fisiológicos dirigidos a incrementar la biomasa pero no mediante el aumento de hojas, sino en tallos menos leñosos.

Los valores de energía metabolizable oscilaron entre los 10,1 y 11,2 MJ/kg de materia seca en todas las edades y aunque no existió diferencia estadística entre las edades, se observó una tendencia a disminuir con el aumento en la edad del cultivo (fig. 4.4).

Los contenidos de energía metabolizable coinciden, para las edades comprendidas entre 91-98 días de rebrote, con las reportadas en las tablas forrajeras por Cáceres *et al.* (2006).

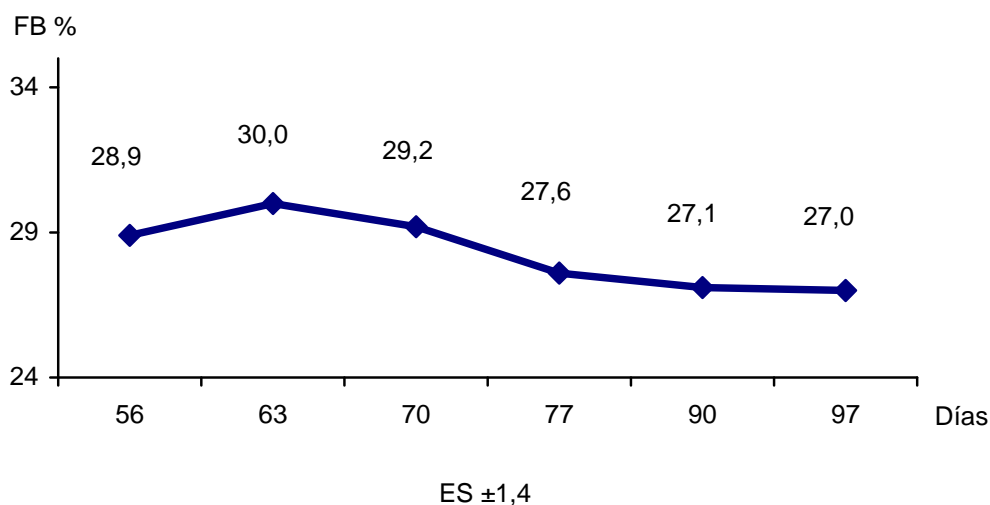


Fig. 4.3. Fibra bruta.

No obstante, las evaluaciones indican que en este componente nutricional hay una tendencia a ser superior cuando la planta es más joven.

En trabajos realizados en Costa Rica por Soto (1999) y Sánchez y Soto (1999), al evaluar gramíneas y leguminosas, en una región lechera del trópico húmedo, encontraron, cuando estaban en estado vegetativo, que el contenido de energía metabolizable oscilaban entre 6,86 y 8,45 MJ/kg de MS, valores inferiores a los hallados en *L. purpureus* bajo nuestras condiciones.

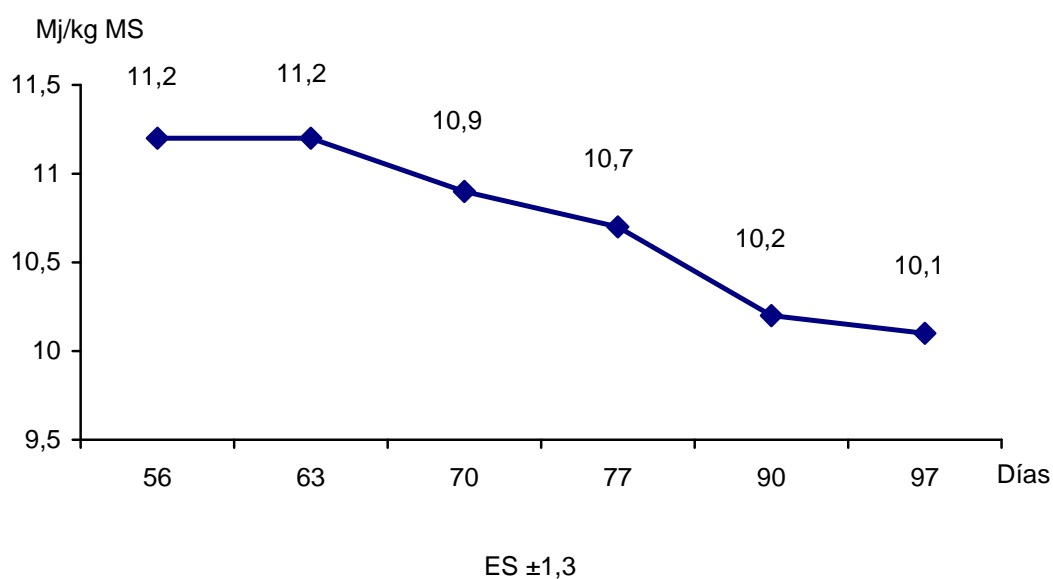


Fig. 4.4. Contenido de energía metabolizable.

La digestibilidad de la materia seca (DMS) aunque no presentó diferencia estadística entre los días de crecimiento de la planta, alcanzó su mayor valor, a los 63 días (fig. 4.5), con tendencia a disminuir con el aumento de la edad.

Los valores oscilaron en un rango de 65,3 y 60,7%, similares a los hallados en *Canavalia ensiformis* por Estupiñán *et al.* (2010).

Durante el proceso de crecimiento y maduración de las leguminosas tropicales, la digestibilidad de la MS, tiende a disminuir de manera menos notable que en las gramíneas (Ibrahim, 2010).

Las variaciones son atribuidas a cambios en las características físicas y estructurales de las plantas, pues al avanzar su desarrollo se originan disminuciones en la relación hoja-tallo (Barahona y Sánchez, 2005).

Diversos autores señalan que en las gramíneas, el contenido de proteína bruta y la digestibilidad de la materia seca disminuyen con la edad mientras que en las leguminosas estas tendencias son menos abruptas.

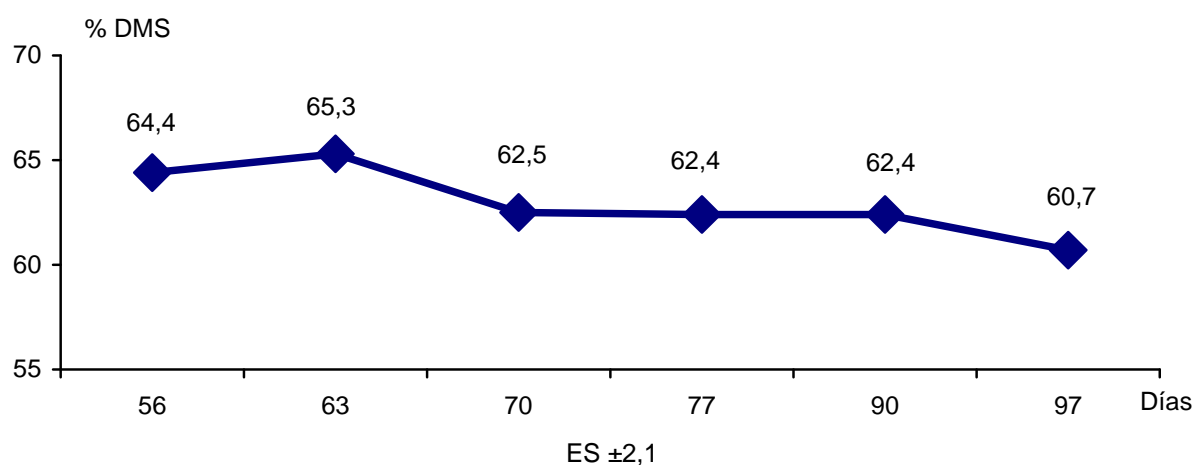


Fig. 4.5. Digestibilidad de la materia seca.

Entre las edades estudiadas, hasta los 90 días, no se produjo diferencia estadística en la digestibilidad de la materia orgánica (DM0), (fig. 4.6), el menor valor se alcanzó a los 97 días, el cual no difirió del obtenido a los 90 días pero si del resto de las edades.

Estupiñán *et al.* (2010) al estudiar *Canavalia ensiformis* a diferentes edades de corte encontraron valores de digestibilidad de la materia orgánica de 62,4% similar a lo obtenido con *L. purpureus* a los 97 días en el presente trabajo.

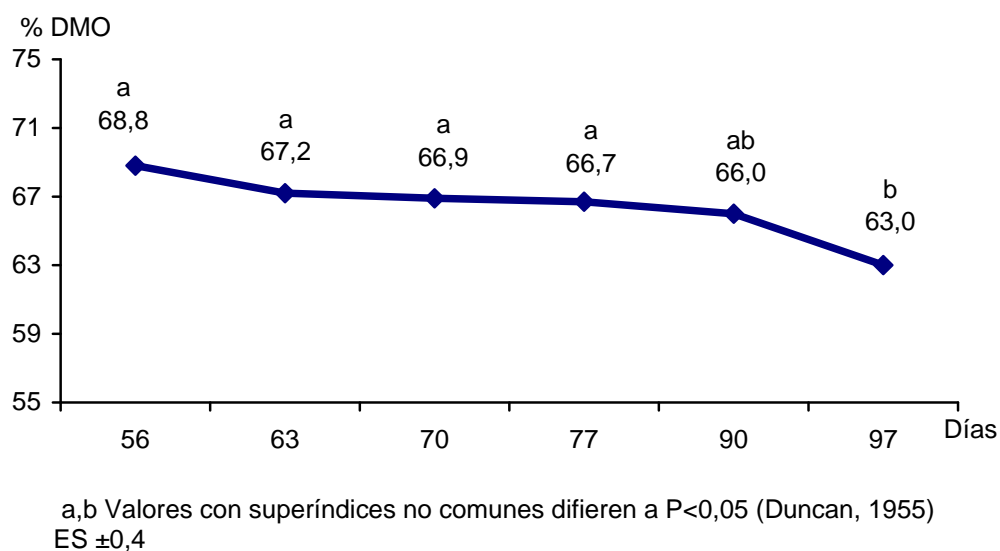


Fig.4.6. Digestibilidad de la materia orgánica.

En la digestibilidad de la proteína bruta, todas las edades presentaron valores altos, superiores al 70%. Las diferencias significativas se hallaron entre las edades a los 70 y 77 días, y de estas con el resto de los tratamientos evaluados (fig.4.7).

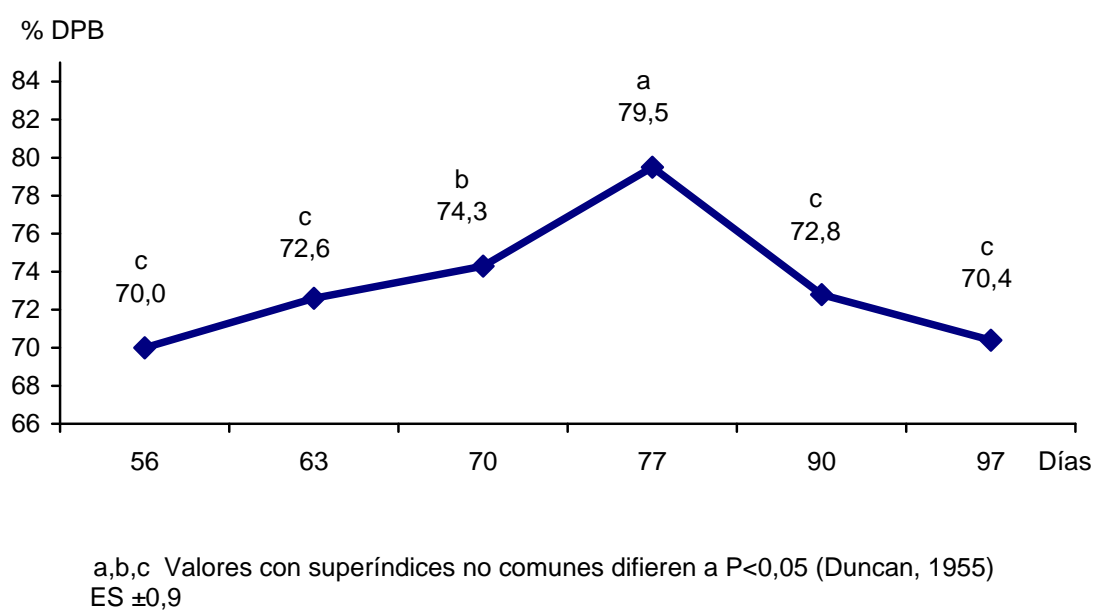


Fig. 4.7. Digestibilidad de la proteína bruta.

Los mayores valores en la digestibilidad de la fibra bruta (DFB) se alcanzaron hasta los 77 días de siembra, con disminuciones significativas para el resto de las edades. (fig. 4.8).

Los componentes fibrosos son los que garantizan la integridad estructural de los forrajes (Jung, 1997).

La facilidad con la que los microorganismos del rumen degradan esa fibra, depende de la distribución de sus diferentes componentes, celulosa, hemicelulosa y lignina, de los enlaces entre ellos y de su conjunción con compuestos fenólicos (Chesson *et al.*, 1983).

Una de los mayores limitantes a la degradabilidad de la fibra está en la forma en que están imbricados con lignina, a nivel de organización celular, creando limitaciones físicas en el acceso para su desdoble, por las enzimas de los microorganismos, limitando la utilización de ella por los rumiantes (Jung, 1997).

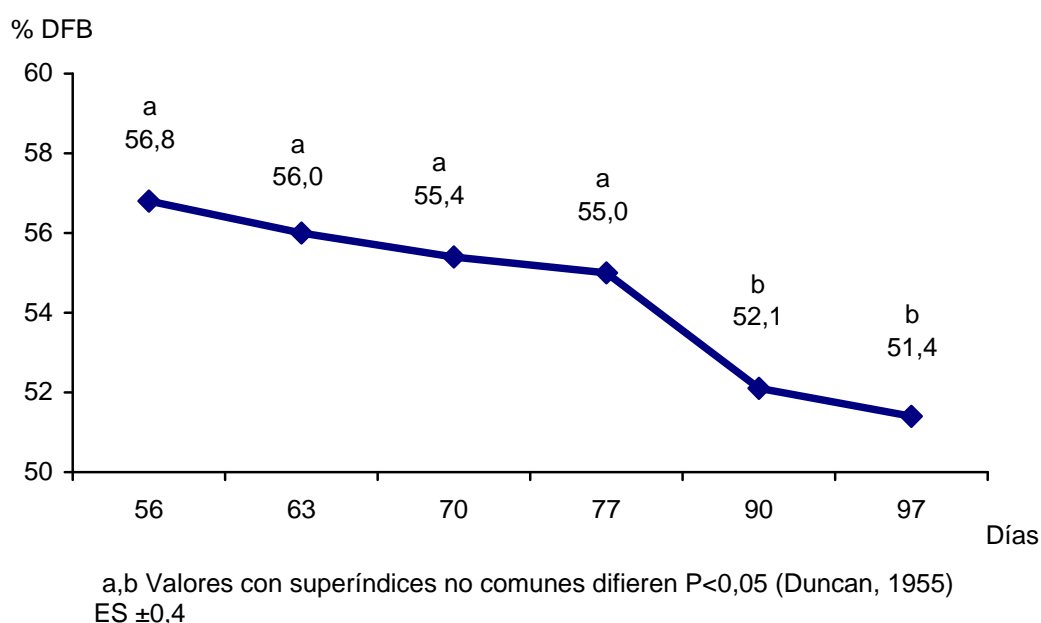


Fig. 4.8. Digestibilidad de fibra bruta.

Los consumos hallados superan a los alcanzados en *Glycine max* por Santana *et al.* (1988) y resultan más altos que los hallados en gramíneas fertilizadas con niveles de nitrógeno superiores a 400 kg de N/ha/año (Cáceres *et al.*, 1989).

El consumo de la materia seca (CMS) presentó tendencia a aumentar hasta los 70 días, donde presentó los valores más altos, con pocas variaciones estadísticas, para ir

disminuyendo de manera gradual hasta a los 90 y 97 días, edades en las cuales sus valores fueron los más bajos y presentaron diferencias significativas con el resto de las evaluadas (fig. 4.9).

El potencial de los recursos forrajeros para la producción de los rumiantes depende de su digestibilidad y sobre todo de su consumo voluntario (Bruinenberg *et al.*, 2000) y este obedece al tiempo de retención en el rumen y está afectado, por factores físicos y metabólicos (Romney y Gill, 2000).

El consumo de proteína bruta tuvo su mayor valor a los 77 días, el cual no difirió del alcanzado a los 70 días y este último no difirió del resto excepto a los 97 días que resultó ser el valor más bajo. Este comportamiento resulta muy similar al del consumo de materia seca y el contenido de proteína de los cuales matemáticamente depende (fig. 4.10).

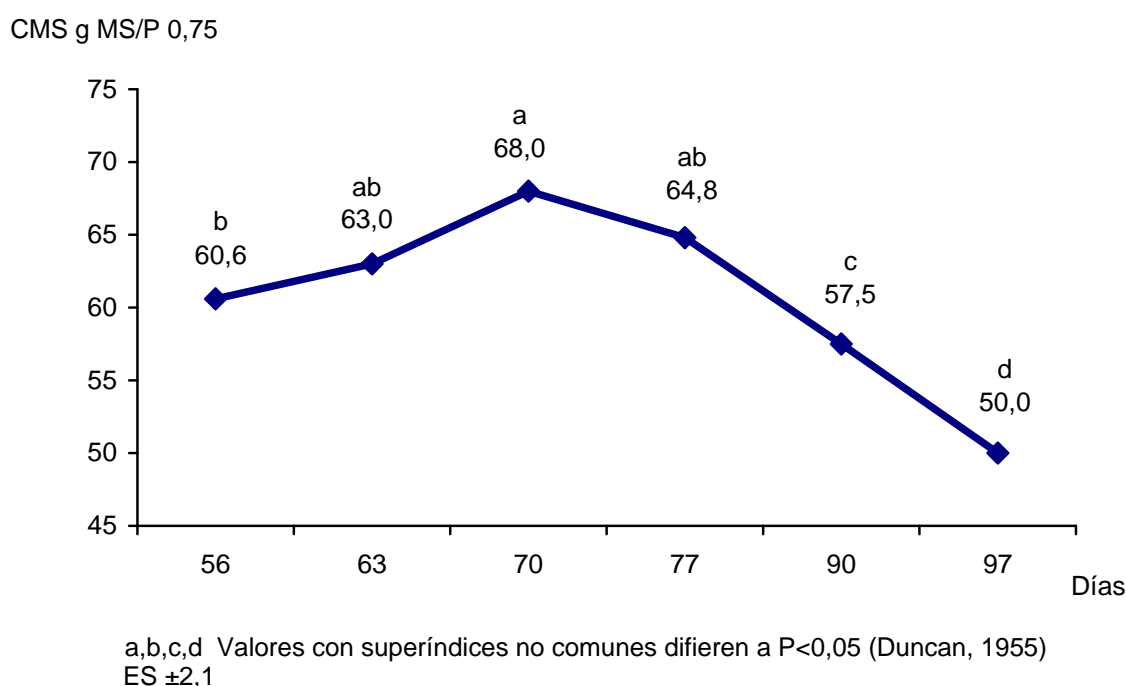
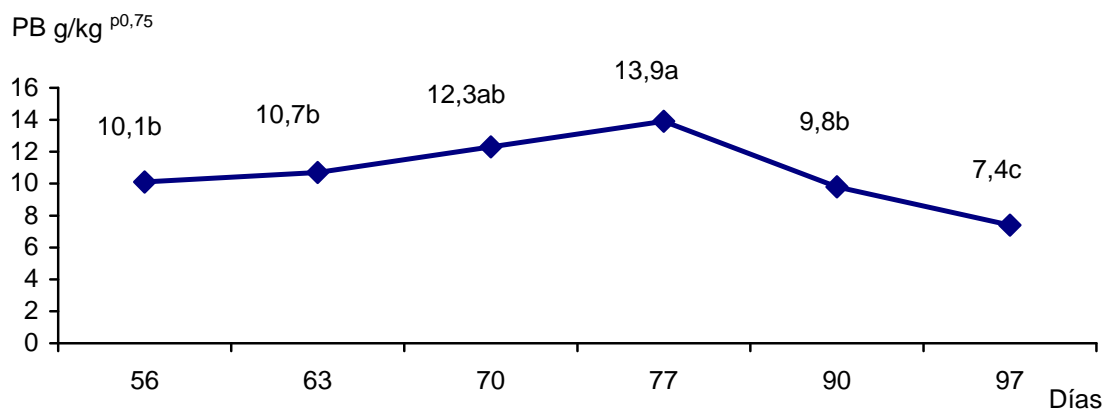


Fig. 4.9. Consumo de materia seca.

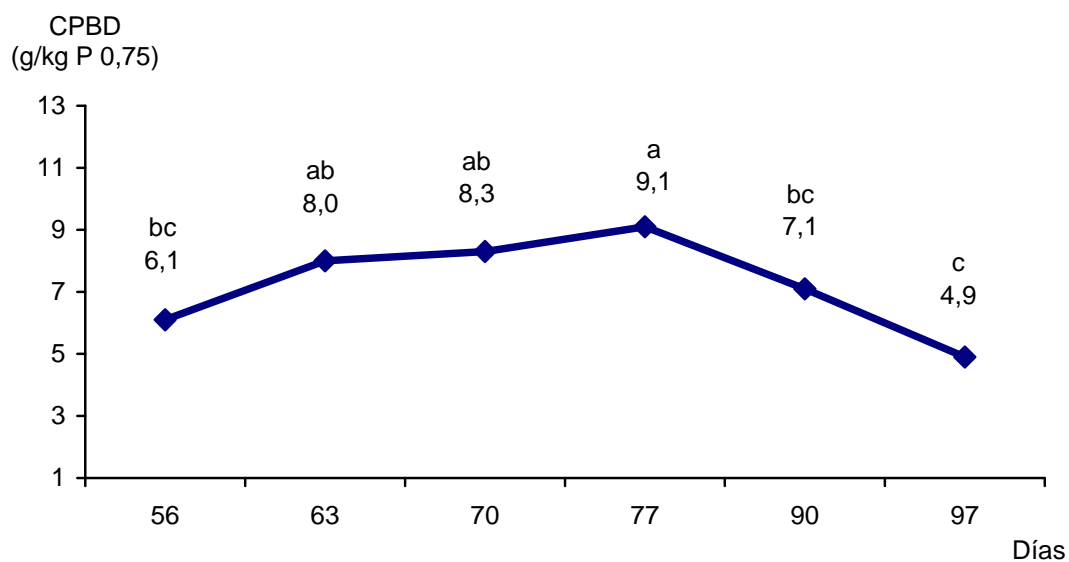
El mayor valor para el consumo de proteína bruta digestible (CPBD) se observó a los 77 días, que difirió ($P < 0,01$) de 56, 90 y 97 días; en ello incidió el alto contenido de proteína bruta y la mayor digestibilidad de dicho nutrimento a esa edad, lo que unido al efecto del consumo de la materia seca posibilitó que se lograra un CPBD de $9,1 \text{ g/kg}^{0,75}$, aunque no difirió del obtenido a las edades de 63 y 70 días (fig. 4.11).



a,b,c Valores con superíndices no comunes difieren $P < 0,05$ (Duncan, 1955)
 ES $\pm 0,9$

Fig. 4.10. Consumo de proteína bruta.

En todas las edades, los valores fueron hasta 3 veces superiores que los encontrados por Cáceres (1985) al evaluar diferentes especies de forrajeras, lo que constituye una ventaja de la especie en estudio.



a,b,c Valores con superíndices no comunes difieren $P < 0,05$ (Duncan, 1955)
 ES $\pm 0,7$

Fig. 4.11. Consumo de proteína bruta digestible.

En el consumo de fibra bruta no se presentaron diferencias estadísticas desde los 56 hasta los 77 días de edad, en tanto a los 90 días el valor alcanzado no difirió con 56 y 77, el menor valor se obtuvo a los 97 días difiriendo significativamente ($p<0,01$) del resto (fig. 4.12).

El comportamiento del consumo de fibra bruta señala que existe una tendencia a mantenerse estable con el aumento de la edad del cultivo y que la mayor madurez de los tejidos se alcanza a partir de los 97 días.

En todas las edades el consumo de fibra fue similar o superior a los hallados por Cáceres (1985) en varias especies de forrajeras tropicales.

Los consumos de energía metabolizable (CEM), no presentaron diferencias significativas hasta la edad de 77 días, no así en las edades de 90 y 97 días donde los CEM fueron inferiores y diferentes ($P<0,05$) al resto pero no entre ellas (fig. 4.13).

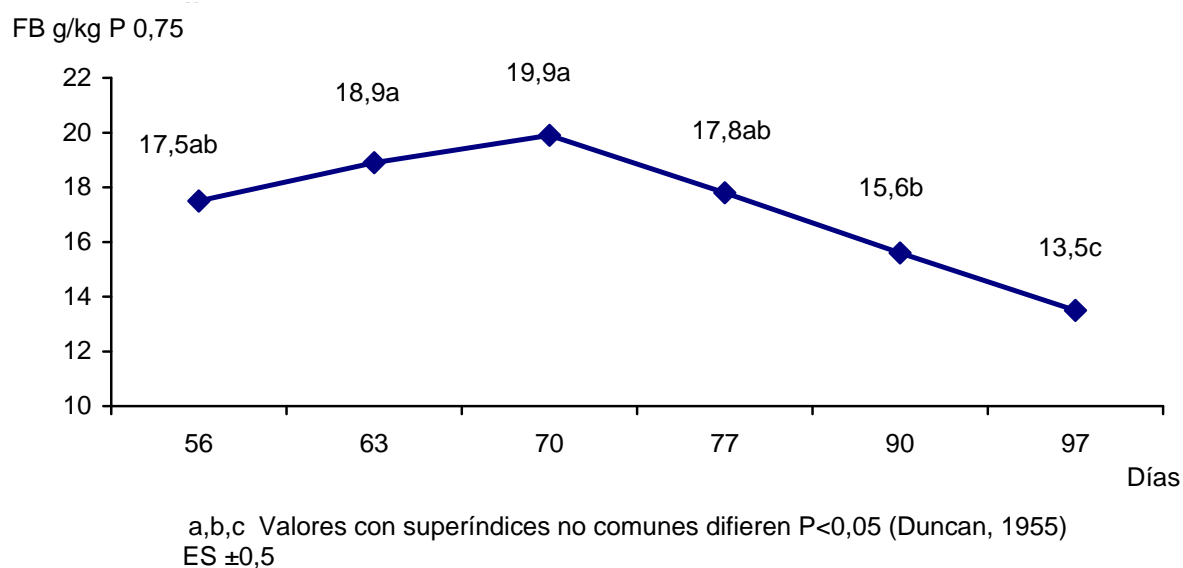


Fig. 4.12. Consumo de fibra bruta.

Elmer y Quispe (2003), definieron que la energía metabolizable (EM) en un alimento es la parte de la energía que queda disponible para cubrir las necesidades o funciones metabólicas del animal y que de su satisfacción depende el incremento de la producción.

Los resultados hallados muestran que en esta planta, hay pocas afectaciones sobre este indicador hasta los 77 días y resultando a partir de esta edad que ocurren disminuciones apreciables.

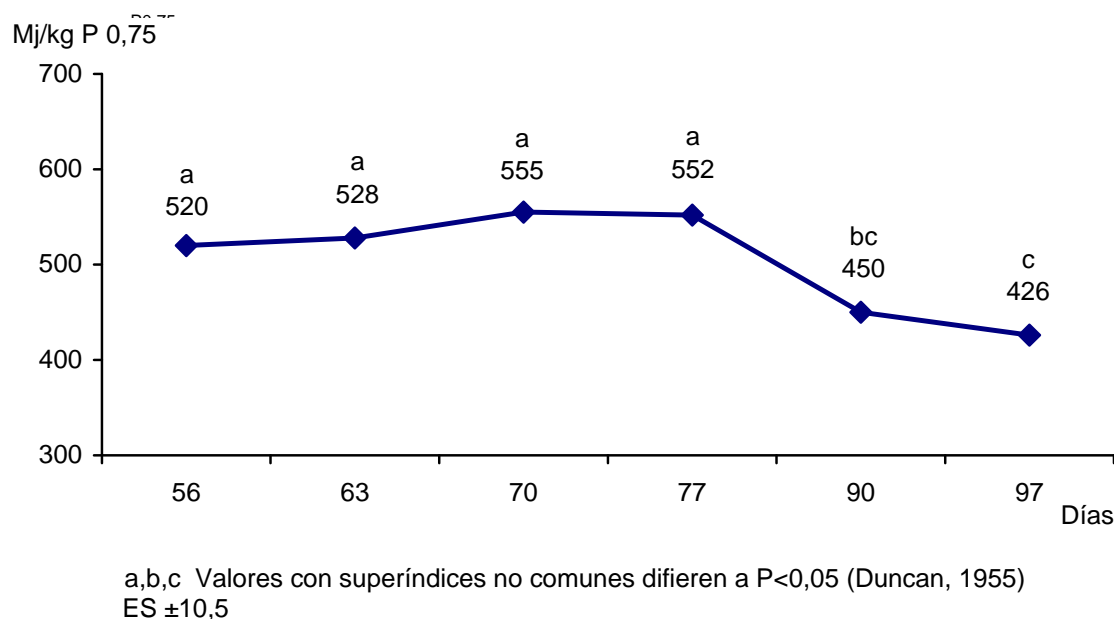


Fig. 4.13. Consumo de energía metabolizable.

4.3.2 Período poco lluvioso

En este periodo del año, a medida que *L. purpureus* cambió de fenofase los rendimientos de materia seca se incrementaron, con diferencias significativas entre las fenofases extremas, los mayores valores se obtuvieron cuando la planta alcanzó el estado de grano lechoso con 3,1 t/ha de MS (tabla 4.3).

Resultados similares fueron encontrados por Beavogui (1991) al realizar siembras en los meses de octubre, febrero, marzo y abril donde obtuvo rendimientos desde 2,5 hasta 3,7 t MS/ha y también coinciden por los reportados por otros investigadores en zonas tropicales y subtropicales (Mehra *et al.*, 1977; Pedreira *et al.*, 1976a).

Sin embargo son superiores a los hallados por Guarachi (2006) cuando comparó *L. purpureus* con *Glycine max* y *Pueraria phaseoloides* en experimentos realizados en la época de seca.

Sosa *et al.* (2008) al comparar la producción estacional de 11 gramíneas y 10 leguminosas forrajeras con cortes, encontraron que en la época de seca, en estas últimas, los rendimientos no superaron las 0,9 t MS/ha.

Los resultados ratifican la necesidad de evaluar esta especie bajo las circunstancias específicas del lugar donde será utilizada.

Tabla 4.3. Rendimiento de materia seca y porcentaje de hojas de *L. purpureus* a diferentes estados fonológicos.

Indicadores de producción	Período poco lluvioso			
	Fenofases estudiadas			
	A	B	C	ES \pm
Rendimientos (t MS/ha)	2,5 ^b	2,9 ^{ab}	3,1 ^a	0,1
Hojas (%)	52,8 ^a	49,7 ^{ab}	43,2 ^b	0,2

Los porcentajes de hojas mostraron tendencias a disminuir con el incremento del estado de madurez de las plantas y solo presentó diferencias significativas entre la fenofase vegetativa y la de grano lechoso.

El contenido de materia seca de *L. purpureus* no presentó diferencia estadística entre las fenofases con valores que oscilaron entre 23 y 25% (fig. 4.14), lo que indica que en esta época, con independencia del estado de desarrollo de la planta, ella mantiene sus contenidos de materia seca estables.

Estos resultados no coinciden con Legel (1983), quien encontró diferencias significativas al evaluar diferentes estados fenológicos del cultivo.

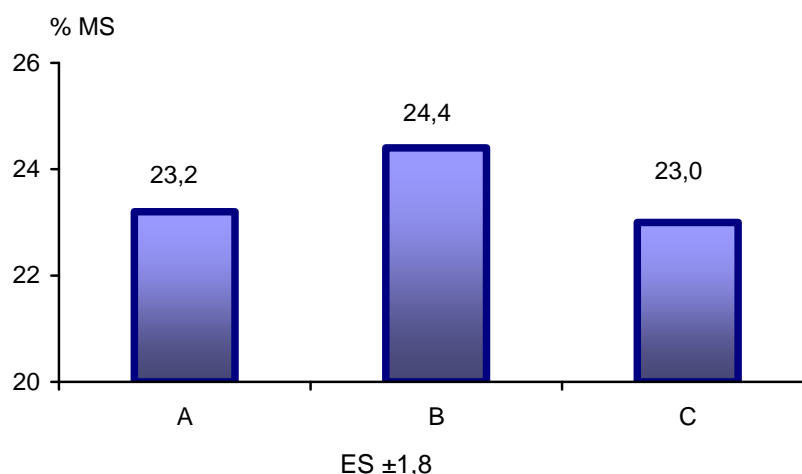


Fig. 4.14. Contenido de materia seca (MS).

La proteína bruta (PB) no presentó diferencias significativas entre las fenofases, con valores que oscilaron entre 14,5 y 16,7% (fig. 4.15).

Aunque es conocido que este indicador presenta variaciones según el órgano de la planta (Hendricksen y Minson, 1985), cuando el forraje se evalúa en pruebas de digestibilidad, al ser troceado y homogenizado durante la oferta, se produce un efecto compensatorio en los porcentajes de proteína bruta de todos sus componentes, acción que no siempre permite hallar diferencias significativas entre los diferentes estados fenológicos.

No obstante, Díaz *et al.* (2002a) cuando compararon diferentes variedades de viga, encontraron que en la fenofase de grano lechoso, el forraje integral presentaba un mayor contenido de proteína bruta con respecto al estado vegetativo.

Los contenidos de proteína bruta pueden variar entre especies.

Díaz *et al.* (2002b) al comparar los forrajes integrales de tres leguminosas, encontraron que los porcentajes en *C. ensiformis* eran de 12,31%, para *Stizolobium niveum* de 13,69% y en el caso de *L. purpureus*, 16,04%, valor que coincide con los alcanzados en el presente estudio. Sin embargo, ellos fueron inferiores a los obtenidos por Tobía y Villalobos (2004); Tobía *et al.* (2006) y Tobía *et al.* (2008) cuando evaluaron la soya como forraje integral para la producción de ensilajes, la cual alcanzó 20,2% de proteína bruta.

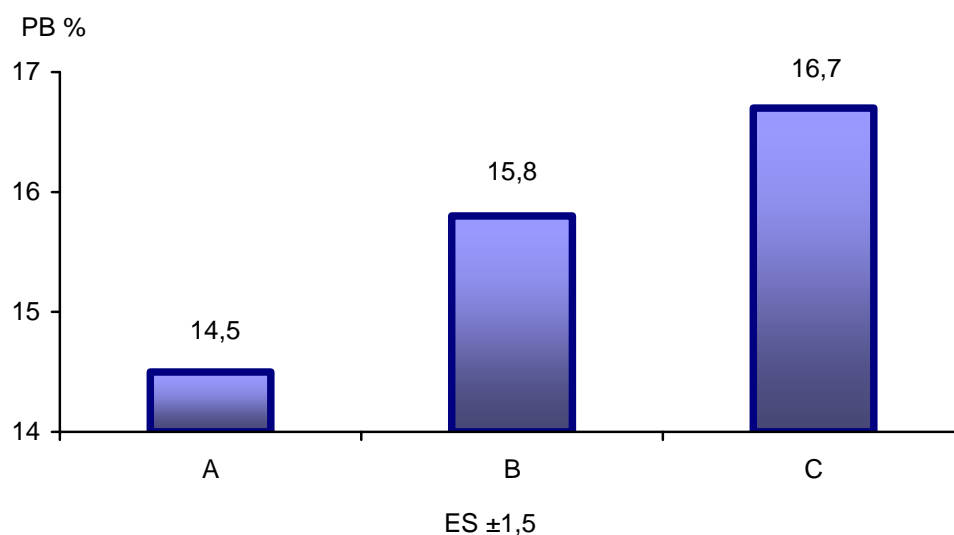


Fig. 4.15. Contenido de proteína bruta (PB).

No se halló diferencia estadística en el contenido de fibra bruta (FB) entre los tratamientos (fig. 4.16), con valores de FB que fluctuaron entre 24,9 y 26,4%, valores inferiores a los reportados por Minson (1977) y Legel (1983) para la misma especie.

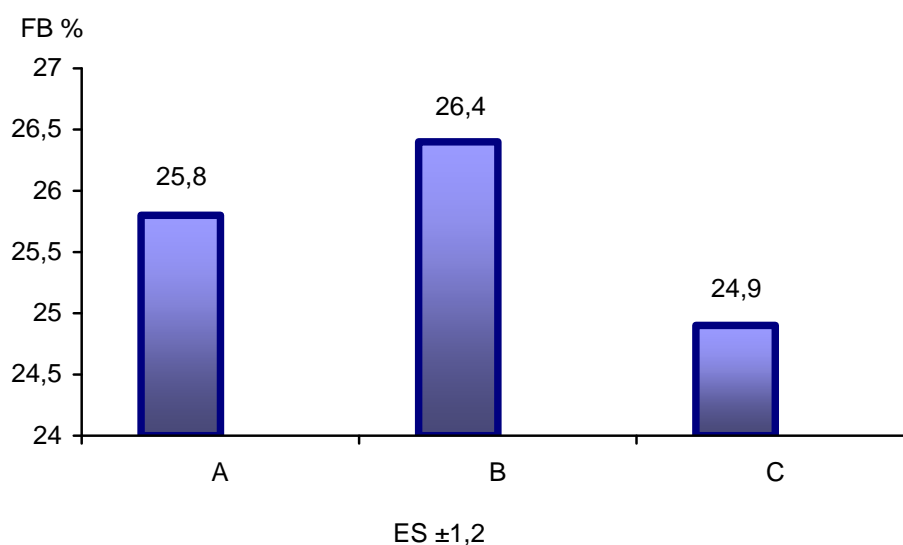


Fig. 4.16. Contenido de fibra bruta (FB).

Cuando el forraje fue cosechado en el estadio de grano lechoso se produjo una disminución numérica en el contenido de FB, lo cual pudo estar influenciado por la presencia de las vainas verdes, las cuales poseen un menor contenido de este nutrimento (Hendricksen y Minson, 1985).

El contenido de energía metabolizable (EM) de las diferentes fenofases presentaron resultados muy similares, sin diferencias significativas entre ellas (fig. 4.17).

El valor promedio de los estados fonológicos fue de 10 MJ/kg de MS, superior al obtenido por Cáceres (1985) al comparar forrajeras difundidas en la producción pecuaria en Cuba.

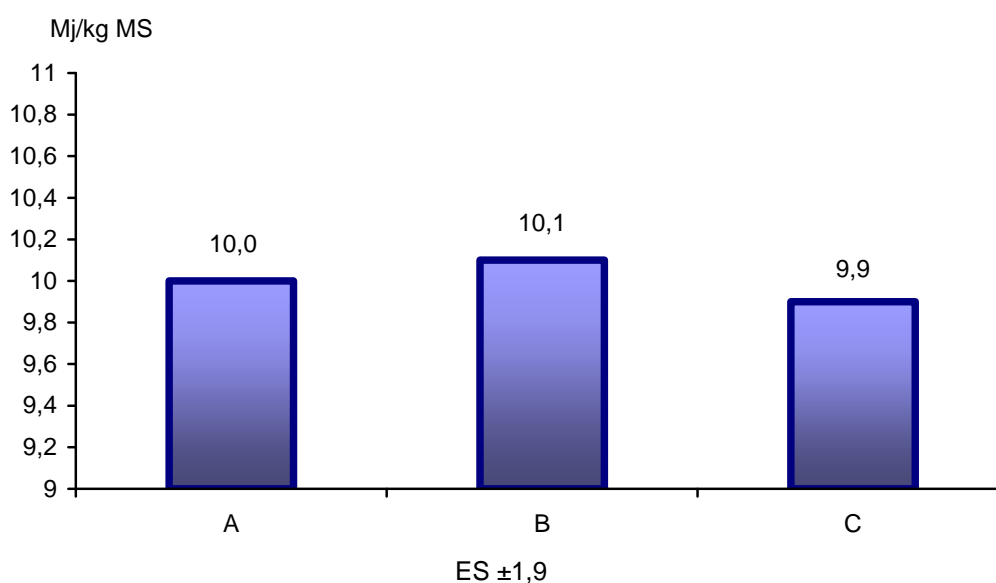


Fig. 4.17. Contenido de energía metabolizable (EM).

La digestibilidad de la materia seca (DMS) (fig. 4.18) al igual que en los experimentos del capítulo 3, no presentó diferencias entre las fenofases evaluadas.

La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) presentó el mayor valor en la fenofase de grano lechoso que difirió $P < 0,01$ del resto (fig. 4.19).

A medida que en el forraje están presentes las vainas con granos en fase de formación y maduración, se incrementan los contenidos de almidones, compuestos de alto contenido energético que repercuten en los valores de DMO.

De hecho, en las ecuaciones desarrolladas por García-Trujillo y Cáceres (1984) estos autores hallaron que el indicador que mejor permite estimar la EM que presenta un el forraje es el porcentaje de DMO.

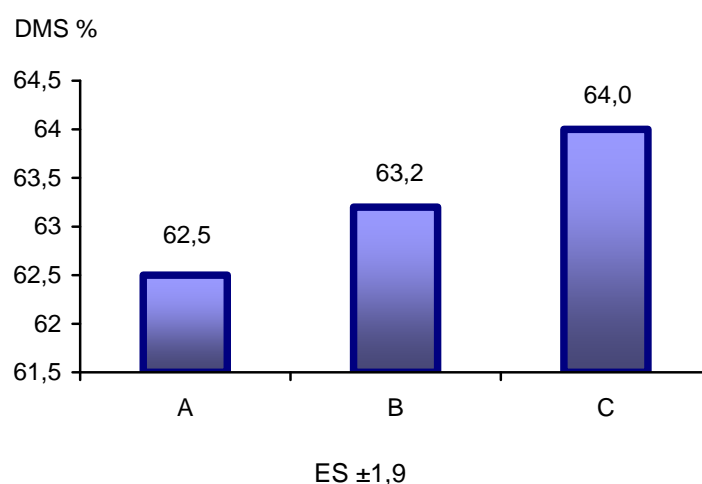
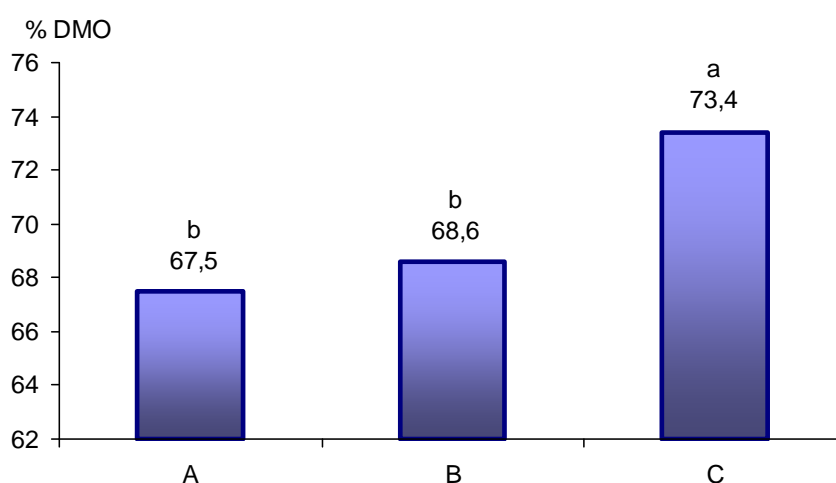


Fig. 4.18 Digestibilidad de la materia seca (DMS).



a,b,c Valores con superíndices no comunes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)
ES $\pm 0,5$

Fig.4.19. Digestibilidad de la materia orgánica.

No se hallaron diferencias en la digestibilidad de la proteína bruta entre las fenofase, (fig. 4.20), respuesta que no coincide con los resultados obtenidos por Legel (1983) quien encontró una disminución en este indicador, a medida que avanzó la maduración de *L. purpureus*.

De hecho, en las ecuaciones desarrolladas por García-Trujillo y Cáceres (1984) estos autores hallaron que el indicador que mejor permite estimar la EM que presenta un el forraje es el porcentaje de DMO.

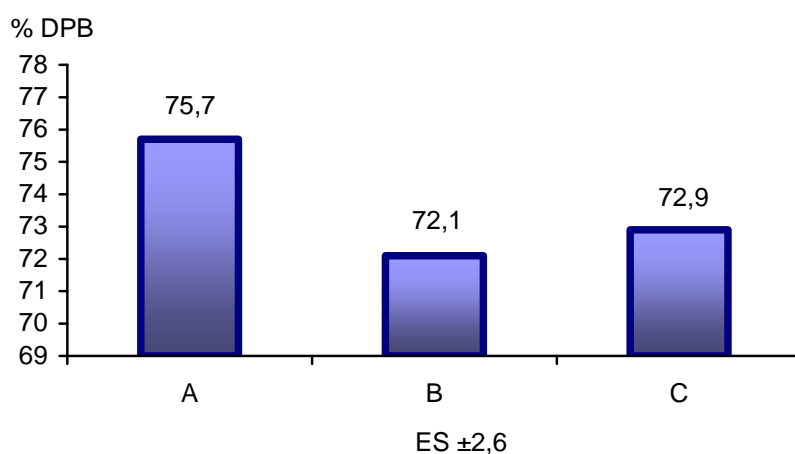


Fig. 4.20. Digestibilidad de la proteína bruta.

Teniendo en cuenta las pequeñas diferencias encontradas en los porcentajes de fibra bruta entre los tratamientos, se puede intuir que más importante que el valor en sí, lo constituye la estructura en que se presenta este indicador en la planta, según la fenofase en que se encuentre (Murphy, 1998).

De forma general se encontró que la digestibilidad de los diferentes nutrimentos en *L. purpureus* mostró valores, en las fenofases estudiadas, dentro del rango e incluso superiores a los informados para las leguminosas tropicales tanto anuales como perennes por Minson (1977).

El consumo de materia seca (fig. 4.22) aumentó desde crecimiento vegetativo hasta grano lechoso con diferencias significativas entre ellas $P < 0,001$.

En concordancia, por los vínculos que presenta el consumo de los diferentes nutrientes con la ingestión de materia seca, los máximos valores para los consumos de la proteína bruta,

fibra bruta y energía metabolizable, se hallaron en la fenofase de grano lechoso manteniendo las diferencias significativas halladas. (figs. 4.23, 4.24 y 4.25).

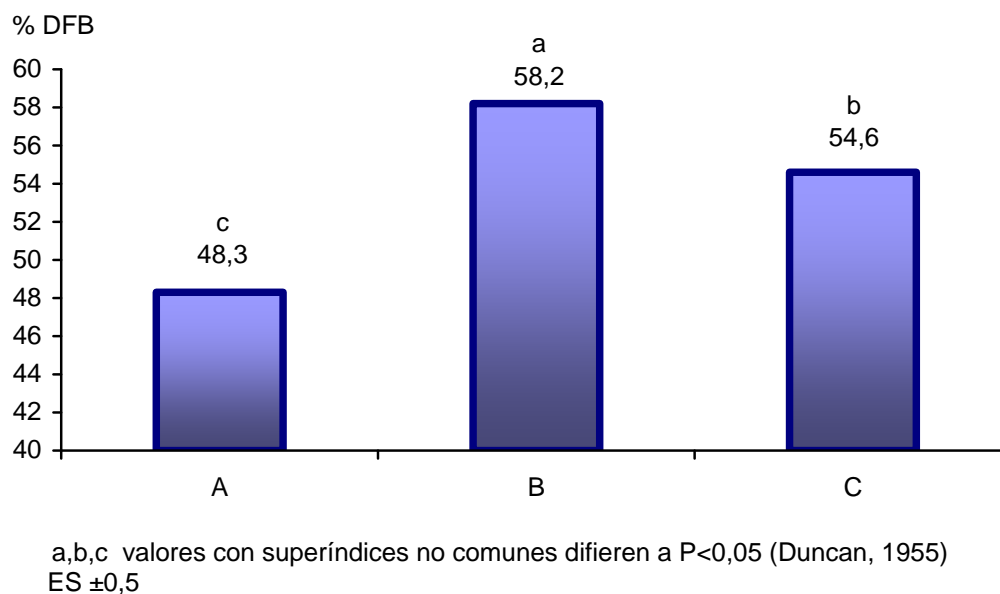


Fig. 4.21. Digestibilidad de la fibra bruta.

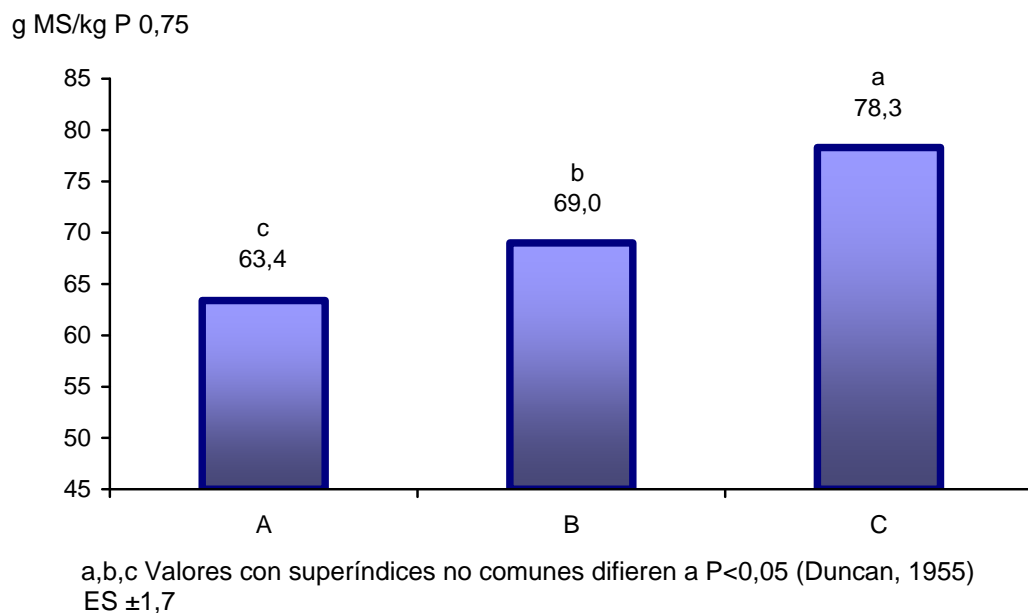
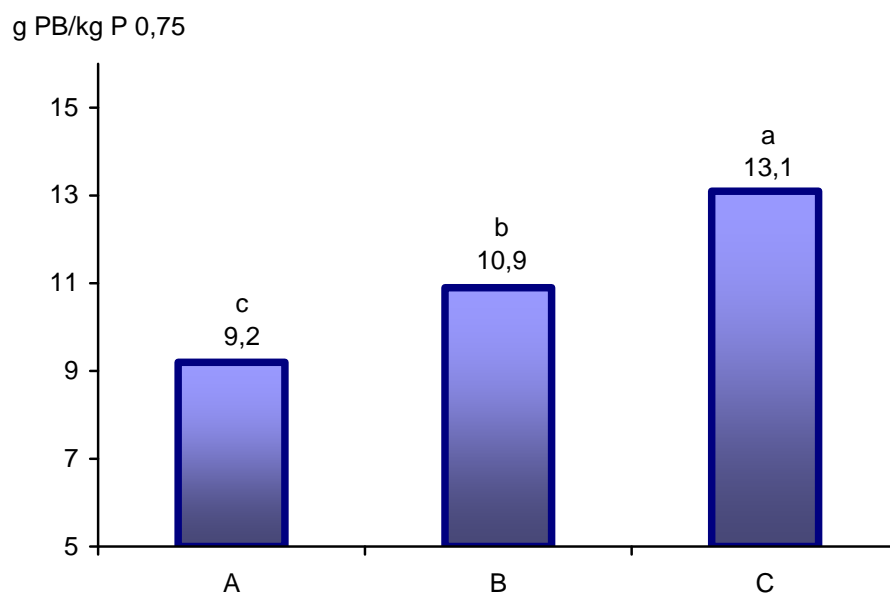
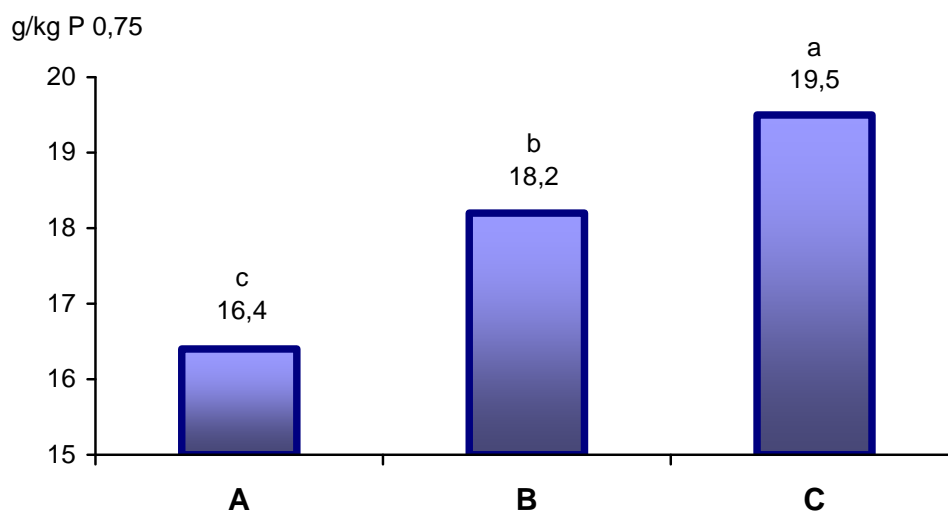


Fig. 4.22. Consumo de materia seca (CMS).



a,b,c Valores con superíndices no comunes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

Fig. 4.23. Consumo de proteína bruta (CPB).



a,b,c Valores con superíndices no comunes difieren $P < 0,05$ (Duncan, 1955).
ES $\pm 0,2$

Fig. 4.24. Consumo de fibra bruta (CFB).

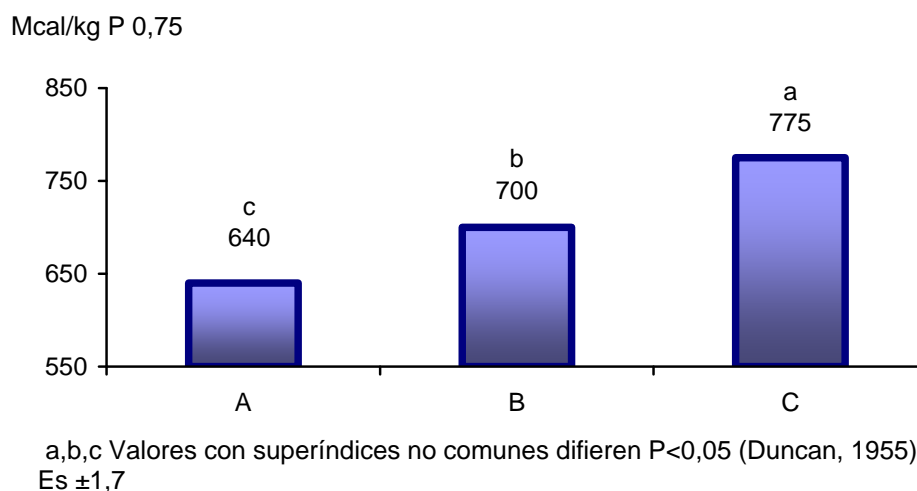


Fig. 4.25. Consumo de energía metabolizable.

Los resultados permiten afirmar que en el período lluvioso, con la edad, los rendimientos de materia seca ascienden, y los porcentajes de hojas, disminuyen.

Hasta los 77 días, la composición bromatológica y las digestibilidades son estables, con incrementos en el consumo de la materia seca y de los demás nutrientes y a partir de esta edad, disminuyen.

En el período poco lluvioso, los mayores rendimientos de materia seca se obtienen cuando la planta alcanza el estado de grano lechoso mientras que los porcentajes de hojas muestran un comportamiento inverso con respecto a las otras fenofases, sin diferencias significativas en la composición bromatológica.

La digestibilidad de la materia seca y de la fibra bruta presentan los mayores valores en la fenofase de floración y la digestibilidad de la materia orgánica cuando se encuentra en grano lechoso y sin diferencias entre ellas, para la digestibilidad de la proteína bruta.

El consumo de materia seca, proteína bruta y fibra bruta aumentó desde el crecimiento vegetativo hasta grano lechoso.

Conclusiones

Para utilizar *Lablab purpureus* cv. Rongai para la producción de forraje es necesario tener en cuenta que:

- El potencial productivo está influenciado por el momento de siembra y la época del año.
- Los mejores momentos de siembra son, en el periodo lluvioso, los meses de mayo-junio y en el poco lluvioso los meses de noviembre-diciembre donde es posible aprovechar todas las fenofases del cultivo.
- Mantiene adecuados y estables valores bromatológicos y digestibilidades por lo que puede ser empleado durante todo el año.
- En el período lluvioso, cuando la planta está en estado vegetativo, la digestibilidad de la proteína bruta presenta un ascenso hasta los 77 días.
- En el período poco lluvioso los mayores valores, en la DMO, se presentan cuando está en estado lechoso y para la DFB, durante la floración y formación de legumbres.
- El consumo de MS está afectado por la época del año, momento de siembra, estado fenológico y contenido en hojas. Los mayores valores se logran cuando la planta está en la fenofase de grano lechoso.
- El consumo de los demás nutrientes, por sus vinculaciones con la ingestión de MS, siguen el mismo comportamiento.

Recomendaciones

- Promover mediante seminarios de capacitación, teóricos y prácticos, el fomento de la producción de semilla y su empleo como leguminosa de corte y acarreo, para suplementar rumiantes.
- Realizar estudios para su introducción en las tecnologías de fabricación de ensilajes mixtos y heno.
- Efectuar investigaciones para su empleo en banco de proteína, sola o como leguminosa acompañante de plantas forrajeras.
- Evaluar los beneficios que se obtienen cuando se intercala en cultivos de ciclo corto.
- Estudiar en las áreas de semilla, el empleo de los rastrojos como mejorador de suelo.
- Incorporar esta Tesis en la red informática como material de consulta de productores y estudiantes de pre y posgrado

Novedad científica

- Demuestra la posibilidad de utilizar *Lablab purpureus* cv. Rongai todo el año.
- Determina los potenciales productivos y nutricionales de acuerdo a la época del año e imbrica los efectos que tienen los momentos de siembra y los cambios fenológicos de la leguminosa.
- Presenta en un solo documento las mejores opciones para utilizar *Lablab purpureus* cv. Rongai como forraje.
- Actualiza los resultados obtenidos por la comunidad científica sobre *Lablab purpureus* cv. Rongai

Referencias bibliográficas

- AOAC. 1990. AOAC. Official methods of analysis. 10th ed. Ass. Off. Agric. Chem. Washington D.C.
- Addison, K.B.; Cameron, D.G. & Blight, G.W. 1984. Highworth lablab grain as a supplement for beef cattle on native pasture. *Animal Production in Australia*. 15:227
- Aganga, A.A. & Kgwatalla, T.J. 2006. Response of Tswana goats to mineral supplementation under intensive management. *Journal of Biological Sciences*. 5 (5):654
- Aganga, A.A. & Tshwenyane, S.O. 2003. Lucerne, Lablab and *Leucaena leucocephala* forages: Production and utilization for livestock production. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2 (2):46
- Agyemang, K.; Okike, I.; Makun, H.J. & Magaji, S.O. 2000. Trade-off between forage yields and feed quality of *Lablab purpureus*, and milk yields in relation to planting and harvesting schedules. *Experimental Agriculture*. 36:4
- Ayisi, K.K.; Bopape, M.P. & Pengelly, B.C. 2004. Assessment of the variation in growth and yield of diverse Lablab (*Lablab purpureus*) germplasm in Limpopo province, South Africa. Tropical legumes for sustainable farming systems in southern Africa and Australia. (Ed. A.M. Whitbread and B.C. Pengelly). ACIAR Proceedings No. 115.
- Barahona, R. & Sánchez, Solange. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Revista CORPOICA*. 6 (1)
- Beavogui, M. 1991. Aspectos de la agrotecnia y el manejo para la producción de forraje de *Lablab purpureus* cv. Rongai. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 58 p.
- Beckett, C. 2004. *Dolichos lablab*: Una leguminosa que alimenta al hombre, a animales y al suelo. ECHO Notas para el desarrollo. No. 82
- Boin, C. & Biondi, P. 1974. Maize grown alone and maize grown with Lablab for silage production. *Boletim de Indústria Animal*. 31:107

- Bruinenberg, M.H.; Valk, H.; Korevaar, H. & Struik P.C. 2000. Factors affecting digestibility of temperate forages from semi natural grasslands: a review. *Grass and Forage Science*. 57: 292
- Cáceres, O. 1985 Estudio de los principales factores que afectan el valor nutritivo de las gramíneas forrajeras tropicales en Cuba. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas. Escuela Superior de Agricultura de Praga-Checoslovaquia. EEPF "Indio Hatuey". Centro Universitario "Camilo Cienfuegos", Matanzas.
- Cáceres, O.; Santana, H. & Delgado, R. 1989. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el valor nutritivo y rendimiento de nutrimentos. *Pastos y Forrajes*. 12:189
- Cáceres, O.; Ojeda, F.; González, E.; Arece, J.; Simón, L.; Lamela, L.; Milera, Milagros; Iglesia, J.; Esperance, M.; Montejo, I. & Soca, Mildrey. 2006. Valor nutritivo de los principales recursos forrajeros en el trópico. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. (Ed. Milagros Milera). EEPF "Indio Hatuey", Universidad San Carlos de Guatemala. p. 231
- Cadavid, J.F. & Gil, J.L. 2010. Investigación en producción de yuca forrajera en Colombia. [Disponible en:] <http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/clayuca0102/luis.htm>. [Consulta: 20/08/2011]
- Chauman, D.S. & Faroda, A.S. 1979. Studies on intercropping of pastures legume with *Cenchrus ciliaris* grass. New Delhi. *Forage Res*. 5:79
- Chesson, A.; Gordon, A.H. & Lomax, J.A. 1983. Substituent groups linked by alkali-labile bonds to arabinose and xylose residues of legume, grass and cereal straw cell walls and their fate during digestion by rumen organisms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 34:1330
- CIDICCO. 2004. El uso del frijol lablab (*Dolichos lablab*). Noticias sobre el uso de los cultivos de cobertura. Carta No. 4
- Cino, D.M.; Sistachs, M. & Meléndez, J.F. 1994. Economical evaluation of the use of intercropped cultures for the feeding of dairy cows in milk production systems. *Cuban Journal Agricultural Science*. 28:149

- De Gouveia, M. & Marín, C.H. 1999. Una comparación agroecológica de canavalia, *Canavalia ensiformis* (L.) DC., y soya, *Glycine max* (L.) Merr., sometidas a dos frecuencias de riego. I. Fenología y crecimiento. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 16:227
- Deka, R.K. & Sarkar, C.R. 1990. Nutrient composition and anti-nutritional factors of *Dolichos lablab* L seeds. *Food Chemistry*. 38:239
- Díaz, María F.; González, Acela.; Padilla, C. & Curbelo, F. 2003. Comportamiento de la producción de forrajes y granos de *Canavalia ensiformes*, *Lablab purpureus* y *Stylobium niveum* en siembras de septiembre. *Rev. cub. Cienc. agríc.* 37 (1):35
- Díaz, María F.; Padilla, C.; González, A. & Mora, C. 2002a. Production and bromatological composition of Vigna flour meals: forage, integral, and grain. *Agricultura Técnica*. 62 (2)
- Díaz, María F.; González, A.; Padilla, C. & Curbelo, F. 2002b. Caracterización bromatológica de granos y forrajes de las leguminosas temporales *Canavalia ensiformis*, *Lablab purpureus* y *Stylobium niveum* sembradas al final de la estación lluviosa. *Rev. cub. Cienc. agríc.* 63:409
- Duncan, A. & Janson, J. 2010. Lablab (*Lablab purpureus* cultivar Rongai) for livestock feed on small scale farms. International Livestock Research Institute. Addis Abeba
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*. 11:1
- Elmer, J. & Quispe, Q. 2003. Métodos de formulación de raciones. *Revista Ciencias.Com*. [Disponible en:] <http://www.revistaciencias.com>. [Consulta: 15/10/2011]
- Esperance, M. 1996. Efecto de la suplementación con dolichos (*Lablab purpureus*) sobre el valor nutritivo de la ración de ensilajes de mala calidad. *Pastos y Forrajes*. 9:3
- Estupiñán, K.; Vasco, D. & Duchi, N. 2010. Digestibilidad y valoración energética del forraje de *Canavalia ensiformis* en ovinos tropical. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. [Disponible en:] <http://www.alpa.org.ve/PDF/nutricion>. [Consulta: 23/08/2011]
- Evans, D.O. 2002. Sustainable agriculture in Hawaii. Green manures: Legumes. Lablab. [Disponible en:] <http://www2.ctahr.Hawaii.edu/SustainableAg/GreenManures/lablab.asp>. [Consulta: 12/08/2011]

- Fadunca, H.; Nuti, M.P.; Kunenan, K. & Lipidi, A. 1978. *Rev. de Agricultura Subtropical e Tropicale*. 72:291
- FAO. 2004. *Lablab purpureus*. [Disponible en:] <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/Latin.htm>. [Consulta: 20/09/2011]
- FAO. 2010. *Lablab purpureus*. [Disponible en:] <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/Latin.htm>. [Consulta: 20/09/2011]
- FAO. 2011. *Lablab purpureus*. [Disponible en:] <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/Latin.htm>. [Consulta: 20/09/2011]
- Favoretto, V. & Peixoto, A.M. 1977. Produção de matéria seca e composição química bromatológica do labe labe (*Dolichos lablab* L.). *Revista do Sociedade Brasileira de Zootecnia*. 6(2):212
- Flores, M. 1993. El uso del frijol lablab por pequeños agricultores en Honduras. Informe Técnico No 2. Ed. 2
- Garcia-Trujillo, R. & Cáceres, O. 1984. Nuevos sistemas para expresar el valor nutritivo de los alimentos y el requerimiento y racionamiento de los rumiantes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 44 p.
- Guarachi, M.C.; Rojas, T.P. & Joaquín, A. 2006. Producción de biomasa y contenido nutritivo de tres leguminosas en la época de seca. Tesis de grado presentado para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Ciencias Veterinarias, UAGRM. Santa Cruz. Bolivia.
- Hamilton, R.I.; Lambourne, L.J.; Roe, R. & Minson, D.J. 1970. Quality of tropical grasses for milk production. *Proceedings of the 11th International Grassland Congress*. p. 860
- Harricharan, H.J.; Morris, J. & Devers, C. 1988 Mineral content of some tropical forage legumes. *Tropical Agriculture*. 65 (2):132
- Hendricksen, R.E. & Minson, D.J. 1985. Growth, canopy structure and chemical composition of *Lablab purpureus* cv. Rongai at Samford, S.E. Queensland. *Tropical Grasslands*. 19:81

- Hendricksen, R.E. & Myles, D.J. 1980. Methods of using Rongai Lablab for beef cattle production. Proceedings of the Australian Agronomy Conference. Agricultural College Lawes. Queensland. p. 257
- Hendricksen, R.E.; Poppi, D.P. & Minson, D.J. 1981. The voluntary intake, digestibility and retention time by cattle and sheep of stem and leaf fractions of a tropical legume (*Lablab purpureus*). *Australian Journal of Agricultural Research*. 32:389
- Hendricksen, R.E. & Minson, D.J. 1980. The feed intake and grazing behaviour of cattle grazing a crop of *Lablab purpureus* cv. Rongai. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*. 95:547
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D.; Rivero, L.; Camacho, E.; Ruíz, J.; Salgado, E.J.; Marsán, R.; Obregón, A.; Torres, J.M.; González de la Torre, J.E.; Orellana, R.; Paneque, J.; Nápoles, P.; Fuentes, E.; Duran, J.L.; Peña, J.; Cid, G.; Ponce de León, D.; Hernández, M.; Frómeta, E.; Fernández, L.; Carcés, N.; Morales, M.; Suárez, E.; Martínez, E. & Ruíz de León, J.M. 2003. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura. La Habana. Cuba. 64 p.
- Herrera, P.; Lotero, G. & Crowder, J. 1966. Frecuencia de corte en leguminosas forrajeras tropicales. *Pastos y Forrajes*. 22:473
- Humphreys, L.R. 1995. Diversity of productivity of tropical legumes. In: Tropical legumes in animal nutrition. (Eds. J.P.F. D'Mello and C. Devendra). CAB International. Wallingford, UK. p. 1
- Humphreys, L.R. 1974. A guide to better pastures tropics and subtropics. Qld., Australia
- Ibrahim, M. 2010. Calidad de los forrajes. CATIE. Turrialba, Costa Rica
- Jakhmola, R.C. & Pathak, N.N. 1981. Evaluation of the nutritive value of field bean (*Lablab purpureus*) for sheep. *Kerala Journal of Veterinary Science*. 12 (2):295
- Jones, R.K.; Dalgliesh, N.P.; Dimes, J.P. & McCown, R.L. 1991. Sustaining multiple production systems. 4. Ley pastures in crop-livestock systems in the semi-arid tropics. *Tropical Grasslands*. 25:189

- Jung, H.G. 1997. Analysis of forage fiber and cell walls in ruminant nutrition. Conference: New developments in forage science contributing to enhanced fiber utilization by ruminants. *Journal of Nutrition*. 127:810
- Kay, D.E. 1979. Hyacinth Bean-food legumes. Crop and Product Digest No. 3. *Tropical Products Institute*. XVI:184
- Kozantseva, V.N. 1975. *Byulleten Vsesoyuznogo Instituta Rasteniievodstva*. 35:66
- Legel, S. 1983. Tropical forage legumes and grasses. Part 1. Legumes. Institute of Tropical Agric. Kart Marx Univ. Leipzig. GDR
- Linares, J.C. 2009. Efecto de la asociación de dos cultivos de cobertura (*Lablab purpureus* y *Sorghum bicolor*) en la supresión de malezas y la materia orgánica del suelo. *Rev. Bras. de Agroecologia*. 4 (2)
- Lovadin, L.A.C.; Mascarenhas, H.A.A.; Miyasaca, S.; Igue, T.; Pastana, F.I.; Nery, C. & Lan, C.R.P. 1972. Response by dolicho (*Lablab purpureus*) and grass to mixtures. *Braganthia*. 31:97
- Maass, B.L.; Knox, M.R.; Venkatesha, S.; Angessa, T.T.; Ramme, S. & Pengelly, B.C. 2010. *Lablab purpureus*. A crop lost for Africa? *Tropical Plant Biology*. 24:72
- Magoon, M.L.; Amar, S. & Mehra, K.L. 1974. The use of fire to establish lablab in India. *Indian Farming*. 24:5
- Makembe, N.E.T. & Ndlovu, L.R. 1996. *Dolichos lablab* (*Lablab purpureus* cv. 'Rongai') as supplementary feed to maize stover for indigenous female goats in Zimbabwe. *Small Ruminant Research*. 21:31
- Manjunatha, P.T. 1977. Thesis. Univ. of Agric. Sci. Bangalore, India
- Mayer, L.; Chandler, D.R. & Taylor, M.S. 1986. *Lablab purpureus*-A fodder crop for Botswana. *Bulletin of Agricultural Research in Botswana*. 5:37
- Mehra, K.L.; Arera, R.K. & Chandel, K.P.S. 1977. Collection, preservation, distribution and characterisation of germplasm resources of forage grasses and legume in India. National Bureau of Plant Genetic Resources. New Delhi, India. 17 p.

- Menéndez, J.; Mesa, A.R.; Blanco, F. & Tang, M. 1984. Introducción a los pastos. Apuntes para un libro de texto. MES. Cuba
- Menéndez, J.; Mesa, A.R. & Esperance, M. 1985. Dolichos (*Lablab niger*). *Pastos y Forrajes*. 8:321
- Milera, Milagros; Hernández, D.; Lamela, L.; Senra, A.; López, O. & Martín, G.J. 2006. Sistemas de producción de leche. En Recursos forrajeros herbáceos y arbustivos. (Ed. Milagros Milera). EEPF "Indio Hatuey", Universidad San Carlos de Guatemala. p. 123
- Milera, Milagros; Herrera, R. & Hernández, J. 1989. Comportamiento del *Lablab purpureus* cv. Rongai en pastoreo para vacas lecheras en el periodo poco lluviosos sin riego. *Pastos y Forrajes*. 12:173
- Milford, R. & Minson, D.J. 1968. The effect of age and method of haymaking on the digestibility and voluntary intake on the forage legumes *Dolichos lablab* and *Vigna sinensis*. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 8:409
- Minson, D.J. 1977. Plant production and protection service. No. 2. FAO. Rome
- Minson, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, Inc. Toronto. 483 p.
- Morris, J.G. & Levitt, M.S. 1968. The intake and digestibility of silages made from *Dolichos lablab* L. alone and with sorghum cv. sugar drip. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.. 7th Bienn. Conf. 7: 78
- Murphy, A.M. 1998 Analysis of the growth and nutritional characteristics of *Lablab purpureus* and evaluation of two digestibility techniques. Master of Science Thesis University of Guelph. Canada
- Murphy, A.M. & Colucci, P.E. 1999. A tropical forage solution to poor quality ruminant diets: A review of *Lablab purpureus*. *Livestock Research for Rural Development*. (11):2
- Musa, M.M. 1971. Nitrogen fixation. Annual report of the Gezira Research Station and Substation. p. 176

- Ndlovu, L.R. & Sibanda, L.M. 1996. Potential of dolichos lablab (*Lablab purpureus*) and *Acacia tortilis* pods in smallholder goat kid feeding systems in semi-arid areas of Southern Africa. *Small Ruminant Research*. 21:273
- Norton, B.W. & Poppi, D.P. 1995. Composition and nutritional attributes of pasture legumes. In: Tropical legumes in animal nutrition. (Eds. J.P.F. D'Mello and C. Devendra). CAB International. Wallingford, UK. p. 23
- Nsahlai, I.V. & Umunna, N.N. 1996. Sesbania and lablab supplementation of oat hay basal diet fed to sheep with or without maize grain. *Animal Feed Science and Technology*. 61:275
- Nworgu, F.C. & Ajayi, F.T. 2006. Biomass dry matter yield, proximate and mineral composition of forage legumes grown as early dry season feeds. *Livestock Research for Rural Development*. 17(11). [Disponible en:] <http://cipav.org.co/lrrd/lrrd17/11/nwor17121.htm>. [Consulta: 23/09/2011]
- Odunsi, A.A. 2003. Assessment of lablab (*Lablab purpureus*) leaf meal as a feed ingredient and yolk colouring agent in the diet of layers. *International Journal of Poultry Science*. 2 (1):71
- Ojeda, F.; Esperance, M. & Díaz, D. 1990. Mezclas de gramíneas y leguminosas para mejorar el valor nutritivo de los ensilajes tropicales. I Utilización del dolichos (*Lablab purpureus* (L.) Sweet). *Pastos y Forrajes*.13:189
- Ojeda, F. & Díaz, D. 1991. Ensilajes de gramíneas y leguminosas para la producción de leche I. *Panicum maximum* cv. Likoni y *Lablab purpureus* cv. Rongai. *Pastos y Forrajes*.14:175
- Omole, A.J.; Adejuyigbe, A.; Ajayi, F.T. & Fapohunda, J.B., 2007. Characterisation of germplasm resources of forage grasses and legume in India. National Bureau of Plant Genetic Resources. New Delhi, India. 17 p.
- Pakle, Y.S. & Deshmukh, N.N. 1971-72. Nagpur College of Agric. Magazine. 44:17
- Pedreira, J.V.S.; Alcántara, P.B. & Mattos, H.B. de. 1976a. Competição entre seis forrageiras anuais para produção de volumosos. *Boletim de Indústria Animal*. 33:107

- Pedreira, J.V.S.; Alcântara, P.B. & Mattos, H.B. de. 1976b. Caracterização de algumas variedades de soja perene e *Glycine wightii* Willd. *Boletim de Indústria Animal*. 33:87
- Peters, M.; Franco, L.H.; Schmidt, A. & Hincapié, B. 2003. Especies forrajeras multipropósitos: opciones para productores de Centroamérica. p. 52
- Remy, V.A. 1982. Comportamiento agronómico del pasto bermuda cruzada-1. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas. 60 p.
- Reyes, F.; Milagros, Milera & Matías, C. 2000. Efecto del intercalamiento de leguminosas temporales en el establecimiento de morera (*Morus alba*). *Pastos y Forrajes*. 23:3
- Romney, D.L. & Gill, M. 2000. Intake of forages. In: (Eds. D.I. Givens, E. Owen, R.F.E. Axford and H.M. Omed). *Forage evaluation in ruminant nutrition*. CAB International. United Kingdom. p. 43
- Sánchez, A. 2006. Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación bovina. FONAIAP. Estación Experimental del Estado Falcón. Santa Ana de Coro. Estado Falcón. Venezuela
- Sánchez, J.M.L. & Soto, H. 1999. Contenido de energía estimada para el crecimiento del ganado bovino, en los forrajes del trópico húmedo de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 23 (2):173
- Santana, H.; Torres, Lourdes; Cáceres, O.; Rivero, L.; Díaz, D. & Delgado, R. 1988. Efecto del momento de cosecha sobre la calidad y el valor nutritivo del forraje de *Lablab purpureus* cv. Rongai. *Pastos y Forrajes*. 11:82
- Schaaffhausen, R.V. 1963. *Dolichos lablab* or Hyacinth Bean; Its uses for feed, food and soil improvement. *Economic Botany*. 17:146
- Sinclair, R. 1996. *Dolichos lablab*: una alternativa para la alimentación del ganado en épocas de verano. Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura (CIDICCO). Informe Técnico No. 15
- Skerman, P.J.; Cameron, D.G. & Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal. No. 2. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma

- Sosa, E.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. *Técnica Pecuaria en México*. 46 (4):413
- Sosa, J.; Cortes, I. & Beltrán, J.L. 2005. Rastrojo mejorado con dolichos. Alternativas nutricionales para la época de seca. Serie divulgativa
- Soto, H. 1999. Niveles de energía estimada en los forrajes de un distrito de mediana producción lechera, Fortuna de San Carlos, en la zona norte de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 23 (1):42
- SPSS. 2005. Programa Estadístico, Versión 10.1 para Windows.
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. 2da. ed. McGraw-Hill. Interamericana de México, S.A. de C.V. 622 p.
- Suárez, J.; Martínez, A.; Ibarra, S.; Blanco, F. & Machado, Hilda. 2002. Factores que influyen en la difusión de tecnologías apropiadas para la ganadería. *Pastos y Forrajes*. 25:135
- Sultana, N.; Ozaki, Y. & Okubo, H. 2001. Early identification of determinate growth habit in lablab bean (*Lablab purpureus* (L.) Sweet). *J. Fac. Agric. Kyushu University*. 46 (1):31
- Tobía, C. & Villalobos, E. 2004. Producción y valor nutricional del forraje de soya en condiciones tropicales adversas. *Agronomía Costarricense*. 28 (1):17
- Tobía, C.; Villalobos, E. & Rico, E. 2006. Uso del forraje de Soya (*Glycine max* L Merr) variedad CIGRAS 06 en la nutrición de rumiantes. X Seminario de Pastos y Forrajes. p. 52
- Tobía, C.; Villalobos, E.; Rojas, A.; Soto, H. & Moore, K.J. 2008. Nutritional value of soybean (*Glycine max* L. Merr.) silage fermented with molasses and inoculated with *Lactobacillus brevis* 3. *Livestock Research for Rural Development*. 20 (7)
- Topical Forage. 2011. *Lablab purpureus*. [Disponible en:] <http://www.tropicalforages.info/key/>. [Consulta: 24/10/2011]
- Trongkongsin, F.K.; Norman, B. & Norman, M.J.T. 1976. Forage potential of annual legumes grown in the dry season under irrigation. *Thai Journal of Agricultural Science*. 9:145

- Umunna, N.N.; Osuji, P.O.; Nsahlai, I.V.; Khalili, H. & Mohamed-Saleem, M.A. 1995 Effect of supplementing oat hay with lablab, sesbania, tagaste or wheat middlings on voluntary intake, N utilisation and weight gain of Ethiopian Menz sheep. *Small Ruminant Research*. 18:1130
- Valenzuela, H. & Smith, J. 2002. Cowpea, sustainable agriculture, green manure crops CTAHR. [Disponible en:] <http://www.ctahr.hawaii.edu/pdf/cowpea.pdf>. [Consulta: 24/08/2011]
- Vieito, E.; González, P.J.; Ramírez, J.; Pérez, A.; Cárdenas, Thelma & Arbola, J. 2004. Producción de semillas de guinea (*Panicum maximum* Jacq.) asociada con dolichos (*Lablab purpureus* Benth.). *Pastos y Forrajes*. 27:35
- Vilela, H. 2007. Género *LabLab* (*Lablab purpureus*). Serie Leguminosas Tropicales. Portal Agronomía
- Villaquiran, M. & Lascano, C. 1986. Caracterización nutritiva de cuatro leguminosas forrajeras tropicales. *Pasturas tropicales. Boletín*. 8 (2)
- Wetherall, R.S. 1969. Summer legumes for the Lower Hunter. *The Agricultural Gazette of New South Wales*. 80:489
- Wikipedia. 2010. Hyacinth bean. [Disponible en:] <http://en.wikipedia.org/wiki/Lablabpurpureus>. [Consulta: 23/09/2011]
- Wikipedia. 2007. *Dolichos lablab*. [Disponible en:] [http://es.wikipedia.org/wiki/Dolichos lablab](http://es.wikipedia.org/wiki/Dolichos_lablab). [Consulta: 23/09/2011]
- Wilson, J.R. 1993. Organization of forage plant tissues. In: Forage cell wall structure and digestibility (Eds. H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Hatfield & J. Ralph). American Society of Agronomy, Madison, WI. p. 1
- Wood, I.M. 1983. Lablab bean (*Lablab purpureus*) for grain and forage production in the order river irrigation area. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 23:162
- Xandé, A. & García-Trujillo, R. 1985. Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages tropicaux de la zone Caraïbe. INRA, Guadeloupe. 51 p.