



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL
NOROESTE, S. C.

Programa de Estudios de Posgrado

**EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN FORRAJERA Y
RENDIMIENTO DE GRANO EN CULTIVARES DE FRIJOL
YORIMÓN [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] Y SU EFECTO EN
ASPECTOS PRODUCTIVOS DE CABRAS CRIOLLAS**

T E S I S

Que para obtener el grado de

Doctor en Ciencias

**Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación en Ecología)**

P r e s e n t a

Narciso Ysac Ávila Serrano

La Paz, B. C. S., Marzo de 2006

Prefacio

El presente trabajo se realizó en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., como requisito para obtener el grado de Doctor en Ciencias en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales con Orientación en Ecología.

La presente tesis está basada en las siguientes dos publicaciones principales propuestas y comprometidas en el Programa de Trabajo Individual del sustentante:

1. **Narciso Ysac Ávila-Serrano**, Bernardo Murillo-Amador, Alejandro Palacios-Espinosa, Enrique Troyo-Diéquez, José Luís García-Hernández, Juan Ángel Larrinaga-Mayoral y Miguel Mellado-Bosque. Caracterización y obtención de funciones de producción de biomasa en cinco cultivares de frijol yorimón: I. Método destructivo. *Técnica Pecuaria en México*. 2005; 43(3):449-458.

2. **Narciso Ysac Ávila-Serrano**, Bernardo Murillo-Amador, Alejandro Palacios-Espinosa, Enrique Troyo-Diéquez, José Luís García-Hernández, Juan Ángel Larrinaga-Mayoral y Miguel Mellado-Bosque. Caracterización y obtención de funciones de producción de biomasa en cinco cultivares de frijol yorimón: II. Método no destructivo. *Técnica Pecuaria en México*. 2006; 44(1):119-128.

Publicaciones adicionales (memorias en extenso y otros artículos) generadas como parte de la presente tesis doctoral:

1. **Narciso Ysac Ávila-Serrano**, Bernardo Murillo-Amador, Alejandro Palacios-Espinosa, José Luís Espinoza-Villavicencio, Enrique Troyo-Diéquez, José Luís García-Hernández, Alejandra Nieto-Garibay y Juan Ángel Larrinaga-Mayoral. 2005. Efecto de forraje de frijol yorimón como único alimento sobre aspectos productivos en cabras criollas. Memoria de la XV Reunión Internacional Sobre Producción de Carne y Leche en Climas Calidos. U. A. B. C. Mexicali, B. C. México. Pág. 154-158.

2. **Ávila, S. N. Y.**, Murillo-Amador, B., Palacios, E. A., Troyo, D. E., García, H. J. L., Larrinaga, M. J. 2003. Análisis multivariado canónico y obtención de funciones de producción de biomasa en cinco cultivares de frijol chícharo de vaca (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Memoria del 6º. Ciclo Académico Agropecuario. U. A. B. C. S. La Paz, B. C. S. México. Pág. 182-187.

3. **Ávila, S. N. Y.**, Murillo-Amador, B., Palacios, E. A., Troyo, D. E., García, H. J. L., Larrinaga, M. J. 2004. Efecto de densidad de siembra sobre producción de grano para un cultivar de frijol yorimón (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Memoria del 7º Ciclo Académico Agropecuario. U. A. B. C. S. La Paz, B.C.S. México. Pág. 120-124.

4. García-Hernández, J.L., R.D. Valdez-Cepeda, **N.Y. Ávila-Serrano**, B. Murillo-Amador, A. Nieto-Garibay, R. Magallanes-Quintanar, J. Larrinaga-Mayoral, and E. Troyo-Diéquez. 2005. Preliminary compositional nutrient diagnosis norms for cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) grown on desert calcareous soil. *Plant and Soil*. 217(1-2): 297-307.

5. B. Murillo-Amador, **N.Y. Ávila-Serrano**, J.L. García-Hernández, R. López-Aguilar, E. Troyo-Diéquez, and C. Kaya. 2004. Short Communication. Relationship between a nondestructive and an extraction method for measuring chlorophyll contents in cowpea leaves. *J. Plant Nutr. Soil Sci*. Vol. 167:363-364.

Comité Tutorial

Director de Tesis:

Dr. Bernardo Murillo Amador

Centro de Investigaciones Biológicas del
Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México.

Comité Tutorial y Revisor de Tesis:

Dr. Bernardo Murillo Amador

Centro de Investigaciones Biológicas del
Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México.

Dr. Enrique Troyo Diéguez

Centro de Investigaciones Biológicas del
Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México.

Dr. Alejandro Palacios Espinosa

Universidad Autónoma de Baja California
Sur. La Paz, B.C.S., México

Dr. José Luís García Hernández

Centro de Investigaciones Biológicas del
Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México.

Dr. Juan Ángel Larrinaga Mayoral

Centro de Investigaciones Biológicas del
Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México

Comité Sinodal de Tesis:

Dr. Bernardo Murillo Amador	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México.
Dr. Enrique Troyo Diéguez	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México.
Dr. Alejandro Palacios Espinosa	Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S., México
Dr. José Luís García Hernández	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México.
Dr. Juan Ángel Larrinaga Mayoral	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México.
Dr. Rafael De Luna De La Peña	Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, BCS, México (Suplente).

Dra. Thelma Rosa Castellanos Cervantes
Directora del Programa de Estudios de Posgrado
CIBNOR, S.C.

Dedicatoria

A **Dios** por brindarme la oportunidad de vivir, ser, crecer y realizarme.

A mis padres:

Sr. Primitivo Ávila Alvarado (†)
Sra. Ysaura Serrano de Ávila (†)

Por darme vida, guiarme y con su gran valor moral y consejos, hacer de mí una persona que los admirará siempre.

A mis **hermanos** por su apoyo y cariño incondicional que me brindan.

A mis **sobrinos** por su ternura, sencillez y cariño recibido.

A mi jefe **Sr. Alejandro Robles Bustamante (†)** y familia por su gran respaldo en toda mi formación personal y profesional.

A mi jefe **Sr. Reyes Barrón Bustamante (†)** y familia por su gran respaldo en toda mi formación personal y profesional.

Al jefe **Sr. Arturo Escobar Hernández (†)**, por su gran don de persona, importante en mi formación profesional.

Al padrino **Sr. Carlos Payen Núñez (†)**, por su calidad de persona y consejos en el ámbito personal-académico que me brindo.

Al amigo de por vida **Juan Ramón Orozco Aguiñiga (†)**, que su recuerdo nos da energía para seguir nuestro proceso formativo en el ámbito profesional.

Al gran amigo **Arturo Rivas (†)**, por su calidad de persona reflejada en su incondicional amistad.

A la compañera, amiga y gran mujer **Irma Araceli Flores Herrera (†)**, por su invaluable espíritu de apoyo que tuvo para con mi persona.....

Con admiración y amor infinito para mi hija.....
Rebeca Valeria

Con respeto para mi esposa y amiga.....
M^a del Refugio “Cuquis”

Razones de dedicación, inspiración, ser y.....

Agradecimientos

Al **Dr. Mario Martínez García**, Director General del CIBNOR, S.C., por darme la oportunidad de participar en el programa de superación del personal académico del Centro. Asimismo, a la **Dra. Thelma Rosa Castellanos Cervantes**, Directora de Estudios de Posgrado por todas las facilidades otorgadas para realizar exitosamente la presente investigación.

A las instituciones financieras que hicieron posible mis estudios y la presente investigación: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC (Proyectos ZA1, 043-C, 756-0, 764-0, 933-0), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, Fundación Produce Baja California Sur, A.C., JICA y Universidad de Tottori.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la **beca otorgada al autor para realizar estudios de postgrado (Maestría y Doctorado). Beca No. 68012.**

A la Universidad Autónoma de Baja California Sur, a través de AICA y su personal, por el apoyo incondicional e interés en la superación profesional-formativa de mi persona.

Al **Dr. Bernardo Murillo Amador**, por invitarme y brindarme la oportunidad de formar parte del grupo de trabajo en la realización del presente proyecto de investigación.

A los miembros del Comité Tutorial, Revisores de tesis y Sinodales, **Dr. Bernardo Murillo Amador, Dr. Alejandro Palacios Espinosa, Dr. Enrique Troyo Diéguez, Dr. José Luis García Hernández, Dr. Juan Ángel Larrinaga Mayoral, Dr. Miguel Mellado Bosque, Dr. José Luis Espinoza Villavicencio y Dr. Rafael De Luna De La Peña.**

Al personal de la Dirección de Posgrado del CIBNOR, **Lic. Leticia González Rubio, Lic. Osvelia Ibarra Morales, Sra. Lupita Sánchez, Srita. Claudia Olachea León, Sra. Beatriz Gálvez, Horacio Sandoval, José Manuel Melero.**

A los compañeros **Alejandra Nieto, Martín Aguilar, Mayrlein Cadena Carabantes, Carmen Mercado Guido, Sonia Rocha, Dolores Rondero, Lidia Hirales, Álvaro González, Verónica Hirales, Silvia Virgen, Pedro Luna, Luís Landa, Amado Cota y Juan Vega.**

Al personal técnico, **Ing. Martín Aguilar, M. en C. María del Carmen Mercado Guido, Lic. Lidia Hirales Lucero, M. en C. Álvaro González Michel, C. Pedro Luna e Ing. Mario Benson Rosas.**

Al **Dr. Bernardo Murillo Amador, Dr. Alejandro Palacios Espinosa, Dr. Jiménez, Dr. Hugo Enrique Hernández Contreras, Carlos López Cerdan Ripoll, Ira Fogel, Jorge Jiménez Castro** y demás profesores que impartieron cursos, talleres y compartieron sus conocimientos para conmigo en esta etapa formativa y profesional.

A los compañeros del doctorado, **Arturo Escobar Hernández (†), José Ángel García Cuellar, María Verónica Morales Zarate, Laura Rivera Rodríguez, Ángel Rodríguez Moreno, Lucelly Roldan Carrillo y María Bulmara Zarate Ovando.**

Al personal de la imprenta del CIBNOR, **Santiago Rodríguez y Rubén Andrade.**

A todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron para culminar el presente trabajo de investigación.

CONTENIDO GENERAL

RESUMEN	XII
ABSTRACT	XV
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1. Importancia y producción de forraje.....	3
2.2. Descripción del frijol yorimón	4
2.3. Usos del frijol yorimón.....	5
2.4. La producción caprina.....	9
2.5. Actividad reproductiva y productiva de la cabra.....	13
2.6. Manejo reproductivo de la cabra.....	14
2.6.1. Edad a la primera fecundación.....	15
2.6.2. Empadre.....	15
2.6.3. Control del ciclo estral y la ovulación	16
2.7. Producción láctea de la cabra.....	17
2.8. Mecanismo de secreción láctea.....	19
2.9. Lactancia de la cabra.....	19
2.10. Algunos factores que afectan la producción de leche en las cabras	20
2.10.1. Tamaño y peso corporal de la cabra	20
2.10.2. Número de partos.....	21
2.10.3. Diferencias raciales	21
2.10.4. Tamaño de camada	21
2.10.5. Época de parición.....	22
2.10.6. Alimentación.....	22
2.11. Composición de la leche de cabra.....	24
2.12. Peso al nacimiento	25
2.13. Factores que afectan los pesos al nacimiento	26
2.13.1. Nutrición	26
2.13.2. Sexo	27
2.13.3. Raza.....	27
2.14. Peso al destete	27
3. JUSTIFICACION	30
4. HIPOTESIS	34
5. OBJETIVO GENERAL.....	34
5.1 Objetivos particulares	34
6. METAS.....	35
7. MATERIALES Y METODOS	36
Experimento 1. Evaluación de la producción de biomasa en prefloración y floración, rendimiento de grano, valor nutritivo y generación de funciones de producción en cinco cultivares de frijol yorimón	36

Experimento 2. Efecto del forraje de frijol yorimón como fuente alimenticia principal sobre aspectos productivos de cabras criollas	43
8. RESULTADOS Y DISCUSION.....	46
Experimento 1.....	46
Experimento 2.....	55
9. CONCLUSIONES.....	83
10. BIBLIOGRAFÍA	85
ANEXO: ARTICULOS PUBLICADOS	96
N.Y. Ávila-Serrano, B. Murillo-Amador, A. Palacios-Espinosa, E. Troyo-Diéguez, J.L. García-Hernández, J.A. Larrinaga-Mayoral y M. Mellado-Bosque. 2005. Caracterización y obtención de funciones para producción de biomasa en cinco cultivares de frijol yorimón: I. Método destructivo. <i>Téc Pecu Méx.</i> Vol. 43(3):449-458. (<i>Revista dentro del Índice de Revistas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACYT</i>).....	97
Narciso Ysac Ávila-Serrano, Bernardo Murillo-Amador, Alejandro Palacios-Espinosa, Enrique Troyo-Diéguez, José Luís García-Hernández, Juan Ángel Larrinaga-Mayoral y Miguel Mellado-Bosque. Caracterización y obtención de funciones de producción de biomasa en cinco cultivares de frijol yorimón: II. Método no destructivo. <i>Técnica Pecuaria en México.</i> 2006; 44(1):119-128. (<i>Revista dentro del Índice de Revistas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACYT</i>).....	108

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variables fenológicas y determinantes de la producción de biomasa en estadio de floración en cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.].....	58
Cuadro 2. Correlaciones entre las variables determinantes de la producción de biomasa (materia verde y materia seca) en estadio de floración para cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.].....	59
Cuadro 3. Proporción de la varianza explicada por medio de variables canónicas en la producción de biomasa en cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.] en estadio de floración.....	60
Cuadro 4. Proporción de la participación de cada una de las variables determinantes de producción de biomasa en cada variable canónica en la etapa de floración.	60
Cuadro 5. Funciones de producción utilizando el método no destructivo para materia fresca y materia seca incluyendo los coeficientes de correlación y determinación en cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.].....	61
Cuadro 6. Correlaciones entre las variables determinantes de la producción de biomasa (materia seca) en la etapa de prefloración en cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.].....	62
Cuadro 7. Variables determinantes de la producción de biomasa (materia seca) en estadio de prefloración en cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.].....	63
Cuadro 8. Proporción de la varianza explicada por variables canónicas en la producción de biomasa en cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.] en estadio de prefloración.....	64
Cuadro 9. Proporción de participación por cada una de las variables determinantes de producción de biomasa en etapa de prefloración en cada una de las variables canónicas.....	64
Cuadro 10. Funciones de producción utilizando el método destructivo para materia verde y materia seca y coeficientes de correlación y determinación en cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.].....	65
Cuadro 11. Correlaciones entre las variables determinantes de la producción de grano en cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.].....	66
Cuadro 12. Variables determinantes de rendimiento de grano en cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.].....	67
Cuadro 13. Proporción de la varianza explicada por medio de variables canónicas en la producción de grano en cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.].....	68
Cuadro 14. Proporción de participación de cada variable determinante de rendimiento de grano en cada variable canónica.....	68

Cuadro 15. Funciones de variables determinantes de rendimiento de grano, coeficientes de correlación y determinación en cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.].....	69
Cuadro 16. Contenido nutrimental de cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.] en estadio de floración.....	69
Cuadro 17. Contenido nutrimental de 5 cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.] en estadio de vaina tierna (envaine).....	70
Cuadro 18.- Respuesta de las variables peso al nacimiento, ganancia de peso promedio diaria, peso al destete y producción de leche en el tercer mes de lactancia en cabras criollas alimentadas con forraje henificado y picado de frijol yorimón (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp) y heno de alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.).....	70
Cuadro 19.- Efecto de sexo de la cría sobre peso al nacimiento, ganancia diaria de peso y peso al destete en cabras criollas alimentadas con forraje henificado y picado de frijol yorimón (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp) y heno de alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.).....	71
Cuadro 20.- Efecto de tipo de parto sobre peso al nacimiento, ganancia diaria de peso promedio, peso al destete y producción de leche durante el tercer mes de lactancia en cabras criollas alimentadas con forraje henificado y picado de frijol yorimón (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp) y heno de alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.).....	71

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Utilización del método de variables canónicas para caracterizar y determinar la variabilidad de cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.] en estadio de floración.	72
Figura 2. Utilización del método de variables canónicas para caracterizar y determinar la variabilidad de cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.] en estadio de prefloración.	73
Figura 3. Utilización del método de variables canónicas para caracterizar y determinar la variabilidad del rendimiento de grano de cinco cultivares de frijol yorimón [<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.].....	74
Figura 4. Efecto del heno de frijol yorimón (Cultivar 18) como fuente principal de forraje en el crecimiento de cabritos de cabras criollas.	75
Figura 5. Efecto del heno de frijol yorimón (Cultivar 25) como fuente principal de forraje en el crecimiento de cabritos de cabras criollas.	76
Figura 6. Efecto del heno de alfalfa como fuente principal de forraje en el crecimiento de cabritos de cabras criollas.	77
Figura 7. Efecto del heno de frijol yorimón y heno de alfalfa como fuente principal de forraje en la producción de leche de cabras criollas.....	78
Figura 8. Efecto de tipo de parto sobre la producción de leche durante el tercer mes de lactancia (postdestete) en cabras criollas.....	79
Figura 9. Efecto del heno de frijol yorimón (Cultivar 18) como fuente principal de forraje en la producción de leche durante el tercer mes de lactancia (postdestete) en cabras criollas.....	80
Figura 10. Efecto del heno de frijol yorimón (Cultivar 25) como fuente principal de forraje en la producción de leche durante el tercer mes de lactancia (postdestete) en cabras criollas.....	81
Figura 11. Efecto del heno de alfalfa como fuente principal de forraje en la producción de leche durante el tercer mes de lactancia (postdestete) en cabras criollas.	82

RESUMEN

El presente estudio muestra el potencial productivo de un grupo de cultivares de frijol yorimón en estadio de prefloración y floración, para la obtención de funciones de producción de biomasa y de grano utilizando un método destructivo y uno no destructivo. Se realizó el registro y análisis de las siguientes variables: a) fenológicas: 1) días a emergencia, 2) días floración, 3) días a primera maduración de vaina y 4) días a madurez total; b) producción de biomasa (materia verde y materia seca): 1) área foliar, 2) diámetro de tallo, 3) número de ramificaciones primarias y secundarias, 4) altura de planta, 5) número, peso fresco y peso seco de hojas, 6) peso fresco y peso seco de tallo, 7) relación hoja-tallo, 8) índice de área foliar, 9) longitud, peso fresco y peso seco de raíz y 10) número, diámetro y peso de nódulos; c) rendimiento de grano: 1) número de vainas y racimos de vainas por planta, 2) peso de semilla por planta, 3) número de vainas por racimo, 4) número y peso de semillas por vaina, 5) longitud de vainas; d) bromatológicas: 1) contenido de proteína cruda, 2) contenido de fibra cruda, 3) contenido de cenizas, 4) contenido de lípidos, 5) contenido de energía, 6) extracto libre de nitrógeno y 7) contenido de materia seca. También se realizó la evaluación del efecto del forraje de frijol yorimón como fuente principal de alimento sobre aspectos productivos de cabras criollas tales como, 1) peso al nacimiento de cabritos, 2) ganancia de peso promedio por día, 3) peso al destete de cabrito y 4) producción de leche durante el tercer mes de lactancia. Los resultados mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre cultivares para la mayoría de las variables evaluadas en estadio de floración, excepto para peso fresco y seco de hojas, distinguiéndose los cultivares 18 (IT90K-277-2) y 25 (Sesenteño) con valores

superiores para peso de materia verde (PMV) y peso de materia seca (PMS) de 105.33, 90.66 y 16.06, 13.39 g, respectivamente. Resultados similares se presentaron en estadio de prefloración, ya que también se encontraron diferencias estadísticas ($P<0.05$) para la mayoría de las variables evaluadas, excluyendo a la variable PMV. La mejor función para PMV utilizando el método no destructivo en estadio de floración fue para el cultivar 4 (Cuarenteño) con $R^2=0.69$ y para PMS el cultivar 23 (IT91K-118-20) con $R^2=0.71$, incrementándose los coeficientes de determinación de manera general al utilizar el método destructivo a valores mayores de $R^2=0.82$. El rendimiento de grano presentó diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) entre cultivares para las variables evaluadas (racimos por planta, vainas por planta, vainas por racimo, peso de grano por planta, peso hectolítrico, peso de 100 semillas, longitud de semillas, ancho de semilla, espesor de semilla, longitud de vaina, ancho de vaina, peso de vaina, semillas por vaina, peso de semillas por vaina), registrándose que los cultivares 1 y 18 mostraron los promedios más altos para la variable peso de semilla por planta (PSP) con 21.88 y 21.07 g, respectivamente, apoyando a estos resultados las funciones de producción de grano con valores de R^2 superiores a 0.92 y destacando a las variables (vainas por racimo, vainas por planta, racimos por planta, longitud de vaina) como las que intervienen en dichas funciones predictoras, indicando con ello que son las variables que más se correlacionan ($P<0.05$) con peso de grano.

La composición nutrimental presentó diferencias estadísticas significativas entre cultivares y por efecto de etapas –prefloración y floración- ($P<0.05$), presentándose incrementos en los valores promedios de las variables, contenido de materia seca, contenido de proteína cruda, contenido de fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y

energía, mientras que lípidos y cenizas disminuyeron de la etapa de floración a la etapa de envaine tierno.

Para el estudio de la evaluación del frijol yorimón como forraje, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P>0.05$) para peso al nacimiento, peso al destete, ganancia de peso diaria promedio y producción de leche diaria promedio por cabra durante el tercer mes de la lactancia.

En conclusión, el presente estudio mostró que los cultivares 18 y 25 pueden considerarse como una alternativa forrajera por su mayor producción de materia verde, materia seca y su contenido nutrimental; además de su alta producción de grano. Los resultados muestran que el cultivar 18 fue superior en PMV (30-61 %) y en PMS (20-49 %) con respecto a los cultivares 1, 4, 23 y 25.

PALABRAS CLAVE: *Vigna unguiculata*, etapas fenológicas, producción de biomasa y grano, modelos de regresión, cabras.

ABSTRACT

The present study shows the productive potential of a group of cultivars of cowpea in pre-flowering and flowering stages to obtain production functions of biomass and grain, using a destructive and non-destructive method. The registration and analysis of the following variables was carried out: a) phenological: 1) days to emergency, 2) days to flowering, 3) days to first maturation of pod and 4) days to total maturity; b) production of biomass (green and dry matter): 1) leaf area, 2) diameter of stem, 3) number of primary and secondary ramifications, 4) height of plant, 5) number, fresh and dry weight of leaves, 6) fresh and dry weight of stem, 7) leaf-stem ratio, 8) leaf area index, 9) length, fresh and dry weight of root and 10) number, diameter and weight of nodules; c) grain yield, 1) number of pod and bunch of pods per plant, 2) weight of seed per plant, 3) number of pod per bunch, 4) number and weight of seeds per pods, 5) length of pods; d) bromatological characteristics: 1) content of raw protein, 2) content of raw fiber, 3) content of ashes, 4) content of lipids, 5) content of energy, 6) free extract of nitrogen and 7) dry matter content. Also the evaluation of the effect of the fodder of cowpea was carried out as main source of food upon productive aspects of native goats such as, 1) weight at the birth of baby goat, 2) increase daily average weight of baby goat, 3) weight at weaning of baby goat and 4) production of milk during the third month of lactation. The results showed significant differences ($P<0.05$) among cultivars for the majority of the evaluated variables in flowering, except for fresh and dry weight of leaves, where the cultivars 18 (IT90K-277-2) and 25 (Sesenteño) showed the higher values of fresh weight (FW) and dry weight (DW) with 105.33, 90.66 and 16.06, 13.39 g. Similar results were showed in

the pre-flowering stage with statistical differences ($P<0.05$) in the majority of the variables, except for FW. The best function for FW using the non-destructive method in flowering was for the cultivar 4 (Cuarenteño) with $R^2=0.69$ and for DW for the cultivar 23 (IT91K-118-20) with $R^2=0.71$, increasing the determination coefficients to $R^2= 0.82$ when the destructive method was used. The yield of grain showed significant differences ($P<0.05$) among cultivars for the variables (bunches per plant, pod per plant, pods per bunch, weight of grain per plant, weight hectolítrico, weight of 100 seeds, length of seeds, wide of seed, thickness of seed, length of pod, wide of pod, weight of pod, seeds per pod, weight of seeds per pod), showing that the cultivars 1 and 18 showed the highest averages for the variable weight of seed per plant (WSP) with 21.88 and 21.07 g supporting to these results the grain production functions with values of R^2 over 0.92 and emphasizing that the variables, pods per bunch, pods per plant, bunch per plant, and length of pods, were the best predictor variables, indicating that these variables are correlated significantly ($P<0.05$) with weight of grain. The nutrimental composition showed significant differences among cultivars and by effect of stages –pre-flowering and flowering-, increasing the average values of the variables, dry matter content, content of raw protein, content of raw fiber, free extract of nitrogen and energy, while lipids and ash decreased from the flowering stage to green pod stage. For the study of the evaluation of the cowpea as fodder, no significant differences were found for the variables weight at the birth of baby goat, increase daily average weight of baby goat, weight at weaning of baby goat and production of milk during the third month of lactation. The results showed that the cultivar 18 was superior in FW (30-61 %) and DW (20-49 %) with regard to the cultivars 1, 4, 23 and 25. In conclusion, the present study showed that the

cultivars 18 and 25 can be considered like an alternative fodder crops due to its greater production of fresh and dry matter and its nutrimental composition, in addition to its high production of grain.

KEY WORDS: *Vigna unguiculata*, phenological stages, biomass and grain production, regression models, goat.

1. INTRODUCCION

Baja California Sur (B.C.S.) es un Estado con una superficie de 504,000 hectáreas con potencial capacidad de explotación agrícola. Sin embargo, debido a su climatología por ubicarse en una zona árida, con poca disponibilidad de agua, solo se aprovechan 60,000 hectáreas, de las cuales el 58 % corresponde al Valle de Santo Domingo, donde la actividad agrícola depende en su totalidad del agua del subsuelo, lo cual trae como consecuencia un problema para la producción de alimentos en calidad y cantidad suficientes, tanto para el humano como para el ganado. La tasa de crecimiento poblacional anual del Estado se encuentra por arriba del 3 %, por lo que es necesario enfatizar en la búsqueda de alternativas de producción para satisfacer las crecientes necesidades (INEGI, 1995).

En el ámbito agropecuario que se desarrolla en el sector rural de B.C.S., la caprinocultura es una de las actividades económicas importantes. Su principal finalidad es la producción de carne y leche. La población total de caprinos de BCS (116, 682 cabezas) se encuentra en su mayoría concentrada en los municipios de Comondú (43 %), Mulegé (21 %) y La Paz (20 %), aportando ingresos sobresalientes a la sociedad (INEGI, 1998). Dado que es necesario considerar nuevas alternativas para satisfacer las necesidades de producción caprina, existen evidencias que indican que la alimentación de esta especie puede ser cubierta con forraje de frijol yorimón en una buena proporción y con ello tener una aportación al sistema de producción caprina (Pandey, 1990).

La especie de *Vigna unguiculata* (L.) Walp., conocida internacionalmente como cowpea, recibe el nombre común de frijol yorimón en Sonora y Baja California Sur,

tiene características de adaptación a las condiciones de B.C.S., donde se le puede utilizar como alimento para los humanos, situación ampliamente reconocida; como abono verde (productores Orgánicos Del Cabo y Mulegé), que es material vegetal herbáceo o arbustivo-leñoso incorporado al suelo cuando aún esta verde, antes de la madurez completa utilizándose para mantener o mejorar la fertilidad y calidad del suelo (Pandey, 1990; Murillo-Amador *et al.* 2003), aumentando el contenido de materia orgánica y elementos menores accesibles a las plantas. Uno de los beneficios importantes es el nitrógeno que fijan las leguminosas, mejorando su estructura, aumentando su actividad biológica, disminuyendo la pérdida de nutrimentos (Silveira *et al.* 2003). También se ha observado que evita el crecimiento de malezas (Gutiérrez *et al.* 1999), disminuye problemas de enfermedades y plagas en algunos casos (Ehlers *et al.* 2000) y provee forraje suplementario para los animales. Además, siendo una leguminosa de grano comestible, reviste singular importancia como fuente de proteína, indispensable para la alimentación de humanos y animales. A pesar de que el frijol yorimón es ampliamente estudiado y cultivado en África, India y los Estados Unidos; en B.C.S. es muy poca la información con que se cuenta de las respuestas de dicho cultivo a las condiciones climáticas predominantes (Murillo-Amador *et al.* 2003). Considerando lo anterior, el presente estudio tuvo como propósito evaluar el frijol yorimón en el contexto de la producción y composición nutrimental de forraje y producción de grano, para lo cual fue necesario caracterizarlo y una vez que se determinaron sus atributos como forraje, se evaluó su efecto en variables de producción en cabras criollas, tales como el peso de cabritos al nacimiento, la ganancia de peso de cabritos promedio diario, el peso de cabritos al destete, así como la producción de leche en cabras.

2. ANTECEDENTES

2.1. Importancia y producción de forraje

La producción de forrajes es sumamente importante para la producción animal debido su uso en la alimentación del ganado, el cual lo transforma en carne y/o leche principalmente, así como en otros sub-productos que el humano utiliza en su alimentación y aprovechamiento.

La producción y la calidad de los forrajes se ve afectada por muchos factores, destacando en principio su estado de crecimiento, estación climática, fertilidad del suelo y la variedad o tipo de planta (Parker *et al.* 1992; Clavero *et al.* 2000; Vázquez *et al.* 2001; Velasco *et al.* 2001; Moliterno, 2002; Ganderats *et al.* 2003). En cierta forma, el estado de crecimiento de las plantas forrajeras es una respuesta a la estación climática prevaleciente: La interacción de la planta con la temperatura, el fotoperiodo (Turk *et al.* 1980; Ismail y Hall, 1998), en tanto que la producción de material forrajero se reduce en las especies de verano en la medida que cambia la estación climática (Voisin, 1966).

El estado de madurez de la planta además de diferenciar la producción de forraje, modifica los valores de los aportes nutrimentales en el forraje (Escobar *et al.* 2005). En este sentido, Anderson (2000) reporta que se cosechó más forraje de avena en estado de grano lechoso que en estado masoso y que en las etapas jóvenes fue más elevado el contenido de proteína cruda y de total de nutrientes digestibles (TND) (espigamiento), mayor de fibra detergente ácida (FDA) en el estado de grano lechoso y masoso. Estas diferencias deben considerarse, ya que tiene impacto en los

procesos digestivos y rendimientos productivos de los animales al agregar forrajes en las raciones.

De manera general, se dice que cuando las plantas forrajeras son jóvenes son de mayor calidad, ya que la pared celular es delgada y el contenido de nitrógeno también es más alto (Kimbrough, 1997; Escobar *et al.* 2005). Además existe una relación entre la madurez de la planta con la digestibilidad del forraje (Morse, 1990; Chase, 1998; Rebole *et al.* 2004).

2.2. Descripción del frijol yorimón

El frijol yorimón es una planta leguminosa anual erguida o rastrera, de crecimiento vigoroso. Las variedades presentan diferencias entre sí, hojas de grandes a pequeñas, tamaño y color del grano diferentes, lo cual significa que se tiene un cultivo con potencial para propósitos diversos (forraje, grano o ambos), donde también se manifiesta la variabilidad, en cuanto a los niveles de producción (Pandey, 1990). En su ciclo de vida presenta diferencias dependiendo del genotipo o cultivar. Una variedad precoz puede presentar un ciclo de vida de dos meses hasta la floración y de 2.5 a 3 meses hasta la cosecha. Sin embargo, existen variedades con un ciclo de hasta seis meses. Son sensibles al fototropismo, que florecen en octubre a noviembre (Murillo-Amador *et al.* 2003). Los mismos autores mencionan que una vez establecido el cultivo, es más resistente a la sequía que algunos otros cultivos como el frijol dolichos (*Dolichos lab lab* L.) que crece bien en todo tipo de suelo aunque no soporta el encharcamiento.

La preparación de suelo para su siembra es de igual forma que para el frijol común, se debe controlar la maleza hasta los 20 días (Murillo-Amador *et al.* 2000). También

se menciona que como abono verde se debe incorporar a la floración o después de la cosecha de las vainas verdes; aunque estas no maduran al mismo tiempo, ya que estos eventos se presentan de forma irregular (Pandey, 1990).

2.3. Usos del frijol yorimón

De acuerdo con Parra (1986) y Jeranyama *et al.* (2000), el frijol yorimón es un excelente cultivo en asociación con el maíz para ensilaje o bien como heno. Jeranyama *et al.* (2000) mencionan que se mejoran los rendimientos de grano de maíz por efecto del yorimón como fijador de nitrógeno. Los cultivos cosechados con semilla y la paja se utilizan para toda clase de ganado. Cuando se destinan a heno, los cultivos deben cortarse cuando la mayoría de las vainas se han desarrollado plenamente y un número considerable de ellas están maduras. Si se seca con mucha exposición al sol, las hojas se desprenden. El heno de yorimón es un excelente forraje para toda clase de ganado (Tarawali *et al.* 1997) en cuanto a los aportes nutrimentales, si se pica y humedece, es también adecuado para las aves de corral. Para las cerdas-vientre ha dado buenos resultados una mezcla de frijol yorimón y de maíz molido.

Se pueden aumentar los rendimientos de forraje fresco cuando las plantas se cortan dos veces en lugar de una sola vez (Velasco *et al.* 2001; Tablada *et al.* 2003; Lemus *et al.* 2002; Camacho *et al.* 2003). Se puede cultivar en asociación con el pasto Sudán (para heno) y con el maíz (para ensilaje). Las semillas de frijol yorimón suelen ser demasiado costosas para suministrarlas a los animales como alimento, pero se emplean, hasta cierto punto, para las aves de corral. La recolección de la semilla

resulta costosa a causa de la desigual maduración de las semillas. Los granos desechados se utilizan a veces para los cerdos. Aunque no hay pruebas de toxicidad, la ganancia en peso suele disminuir a medida que aumenta el porcentaje de granos crudos en la ración. Este efecto puede evitarse, en gran parte, tratando en autoclave los granos antes de suministrarlos (a 121 °C durante 15 minutos).

Además de los nombres de cowpea y frijol yorimón, esta especie recibe nombres comunes como, frijol X-pelón en Yucatán, chícharo de vaca en Veracruz, sarabando en Tamaulipas, frijol de cuerno, frijol tripa de gallina, frijol de chivo, morado, gelatina y plateado, entre otros nombres comunes acorde a la región y país donde se cultiva. Se siembra en diferentes partes del mundo para diversos propósitos, así tenemos que en el oeste de África (Hall y Dancette, 1978; Lush, 1979), en la India (Balasubramanian y Sinha, 1976) y en los Estados Unidos de América (Turk *et al.* 1980), se consume el grano seco tal como en México se consume el frijol común. En el Este de África (Imbamba, 1973; Lush, 1979) se consume como una hortaliza o como una verdura. En Australia (Molnar, 1961; Rusell, 1976) se utiliza como cultivo forrajero para la alimentación del ganado, siendo estos forrajes nutritivos para los animales. También, muchas plantas responden bien a la poda, retoñan y crecen más, produciendo más follaje si hay humedad suficiente siendo esta una capacidad diferencial de la planta para iniciar el rebrote y el desarrollo posterior del vástago (Clavero *et al.* 2000; Beltrán *et al.* 2002; Hernández *et al.* 2002; Ganderats *et al.* 2003).

En Estados Unidos de América, la semilla verde se tuesta, como si fueran cacahuete y se consume de esta manera. En Sudán y Etiopía, las raíces se comen como hortalizas y ocasionalmente los granos quemados o tostados se usan como

substitutos de café. En el norte de Nigeria, los pedúnculos son usados como fibra. En México, la región de mayor importancia es en el municipio de Río Bravo, Valle Hermoso y Matamoros, Tamaulipas, y su producción de vaina se exporta para la industria y mercado en fresco de los Estados Unidos de América (Díaz y Ortigón, 1997).

Algunas de las ventajas comparativas del frijol yorimón, con respecto al frijol común son el valor nutritivo de la vaina verde madura (ejote) del frijol yorimón es superior, el tiempo de cocción es menor, muestra tolerancia a las pudriciones de la raíz; tiene mayor potencial de rendimiento y la cosecha de grano puede ser mecanizada.

En Baja California Sur, la agricultura desde hace muchos años es una actividad tradicionalista a pesar de que presenta una serie de problemas, como abatimiento del acuífero, intrusión salina, altos costos de extracción y altos costos de producción: El frijol yorimón tiene potencial de adaptación a estas condiciones, por lo que se puede favorecer la producción y en consecuencia la alimentación de las zonas rurales principalmente, presentándose de manera limitada en algunos centros de población como Cadejé, La Purísima, Santo Domingo, La Rivera, Boca de la Sierra, y algunos otros como San José, San Miguel de Comondú y San Isidro se dedican a la explotación de este cultivo en escala reducida para autoconsumo.

Los productores orgánicos (Sociedad de Solidaridad Social) en San José del Cabo, utilizan el frijol yorimón como una forma de fertilización, la cual consiste en sembrar este cultivo e incorporarlo como abono verde para el aporte de nitrógeno y otros nutrientes al suelo (Gómez *et al.* 1997 citado por Murillo *et al.* 2003). Los abonos verdes aportan materia orgánica al suelo; ya que, se descomponen rápidamente por su alto contenido de agua y la buena proporción de carbono y nitrógeno (C:N). Esa

materia provee una comida balanceada y permite su colonización por bacterias, hongos y otros organismos del suelo. Se puede hablar de dos partes de la materia orgánica: la nutritiva y la estable; La parte nutritiva es la materia orgánica que se descompone rápidamente y libera nutrientes para las plantas y la parte estable es esa materia que permanece en el suelo por su resistencia a la descomposición. El humus estable se queda en el suelo, dándole más estructura y capacidad para retener nutrientes y agua. La mayor parte de la materia contenida en los abonos verdes se convierte en humus nutritivo. Aproximadamente de un 20 % a 30 % de la materia seca permanece en el suelo como humus estable, expuesto a una descomposición lenta. En general, el estiércol de los animales contiene más residuos resistentes a la descomposición, es decir, un mayor porcentaje de humus estable. Las dos partes de materia orgánica o humus, la nutritiva y la estable, son importantes para mantener el suelo productivo, el cual se caracteriza por ser un suelo más fértil, con mejor textura y estructura. Un abono verde agrega materia orgánica al suelo y también disminuye su pérdida. En un suelo soleado, el humus se descompone y se pierde más rápidamente. Una planta de cobertura proporciona sombra al suelo y modera la temperatura de éste y así conserva el humus.

Las raíces de un abono verde absorben nutrimentos y los incorporan en sus tejidos. Al incorporar el abono verde, se descompone, soltando los nutrimentos para que sean asimilables a los cultivos siguientes; esto se conoce como el reciclamiento y concentración de nutrimentos. Toda planta participa en este ciclo (aun las malezas), pero algunas plantas obtienen beneficios adicionales, como el de producir grandes cantidades de materia orgánica; el de concentrar ciertos nutrimentos en su follaje; o el de producir nutrimentos que las plantas pueden absorber (como el nitrógeno que

fijan las leguminosas). Los beneficios dependen de la especie de planta usada como abono verde. Por ejemplo, una especie con raíces profundas lleva nutrientes de las capas profundas del suelo a capas más superficiales donde los cultivos los pueden utilizar. Las gramas o pasto Bermuda producen grandes cantidades de materia orgánica. En el caso de las leguminosas se encuentra un beneficio especial, porque aumentan considerablemente la cantidad de nitrógeno en el suelo (Jeranyama *et al.* 2000; Silveira *et al.* 2003).

Cuando estos cultivos no son incorporados al suelo como abono verde se usa como cultivo de cobertura, los cuales son aquellos que se siembran simultáneamente en plantaciones perennes y se usan para proteger el suelo contra la acción directa de la lluvia y el viento, prevenir las pérdidas causadas por la erosión (Pandey, 1990).

2.4. La producción caprina

En el mundo existen más de 693 millones de cabezas de caprinos, que producen 12.34 millones de toneladas métricas de leche, la cual se destina mayoritariamente (70%) a la elaboración de quesos y el resto al consumo directo y alimentación de los cabritos.

Asia es el continente con mayor número de cabezas (67%) y produce el 56.2 % de la leche, India es el principal productor. Le sigue África con el 25.2% de la población total y el 22.2% de la producción de leche. Cabe mencionar que en estas regiones los rendimientos son inferiores a los de Europa, donde con el 2.6% de la población caprina se produce el 18.8% del volumen total de leche caprina, teniendo a países como Francia y España como los principales productores, que junto con Estados

Unidos e Israel representa el 27 % de la producción de leche mundial. El valor total mundial que significa la producción caprina se distribuye de la manera siguiente: 60% en leche; 35% en carne y el 5% restante en pieles y pelos.

De las cabras se obtiene el 6 % de la carne total mundial, así como el 2% de la leche y el 4% de las pieles (Arbiza, 1986).

La explotación caprina es practicada mundialmente, aunque en algunos países se desarrolla mejor debido a su adaptabilidad a las condiciones climáticas, geográficas, alimentación, entre otros, manejándose diferentes formas de explotación, ya sea para carne, como es el caso de los países en vía de desarrollo, mientras que en los países occidentales se dedican a la producción de leche y quesos donde el nivel de vida es más elevado lo que refleja un alto grado de especialización, representando una fuente de ingreso importante (Briz *et al.* 1999; Hernández, 2000; Ohiokpehai, 2003; Espinoza *et al.* 2005; Palacios *et al.* 2005).

En México la máxima concentración de cabras se localiza en el Sur de Coahuila y Nuevo León, particularmente en las zonas aledañas a Saltillo y Parras Coahuila. Otras zonas de México densamente pobladas con ésta especie son: Matehuala y Venado, San Luis Potosí, el Valle de Mezquital en Hidalgo, Tehuacán y Matamoros en Puebla, Huajuapán, Nochixtlán; Tlaxiaco y en la zona Mixteca del Estado de Oaxaca (Mellado, 1991).

Desde los albores de la humanidad hasta nuestros días la cabra a constituido una de las especies domésticas más importantes para el hombre, como fuente de alimento (carne y leche), para su vestimenta (pelo y pieles), así como para control de las

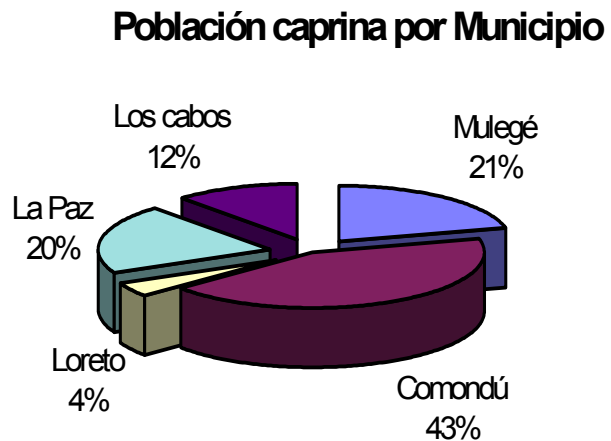
malas hierbas y como productora de abono orgánico de alta calidad, así pues, por lo general la cabra es muy apreciada por los pequeños productores de todo el mundo.

Con bastante certidumbre se puede afirmar la existencia de las cabras en el continente Americano, con la llegada de los españoles vinieron otras especies junto con otros animales domésticos. Dos razas españolas, la Blanca Celtíbera y la Castellana Extremeña, fueron las que primero llegaron y se reprodujeron abundantemente en la República Mexicana, dando origen al tipo conocido como “criollo” que se adaptó perfectamente al medio ambiente. Las zonas de expansión fueron los climas áridos y semiáridos del Norte del País como Coahuila, Nuevo León y Zacatecas.

En Baja California Sur, las cabras arribaron por primera vez después de los bovinos, los ovinos y los equinos en 1703 cuando el Jesuita Juan de Ugarte transportó desde Guaymas a Loreto, un número indeterminado de caprinos. Desde entonces el ganado caprino ha subsistido, prácticamente aislado hasta hace unos 40 o 45 años que empezó la introducción de sementales de otras partes fuera del Estado (Martínez, 1981).

Actualmente la explotación de ganado caprino se concentra en la zona Norte del Municipio de Comondú con una población ganadera de 49,881 cabezas que corresponde al 42.74% de la población Estatal que cuenta con 116,682 cabezas (INEGI, 1998, Monroy *et al.* 2000, Monroy *et al.* 2001). En la gráfica 1, se muestra el total de la producción estatal por municipio.

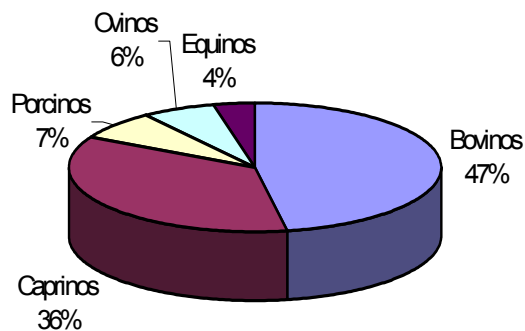
MUNICIPIO	CAPRINO
TOTAL	116,682
Mulegé	24,547
Comondú	49,881
Loreto	5,000
La Paz	23,574
Los cabos	13,500



Gráfica 1. Inventario de ganado caprino para el Estado de Baja California Sur por municipio. Fuente: INEGI (1998).

La población de ganado caprino en el Estado de Baja California Sur, ocupa segundo lugar después del ganado bovino como se puede ver en la gráfica 2 que muestra la producción ganadera por especie.

ESPECIE	CABEZAS
Bovinos	154,676
Caprinos	116,682
Porcinos	23,141
Ovinos	20,916
Equinos	11,892



Gráfica 2. Población ganadera al 31 de Diciembre de 1998 (cabezas). Fuente: INEGI (1998).

2.5. Actividad reproductiva y productiva de la cabra

La actividad reproductiva de la cabra se ve fuertemente afectada por el medio ambiente (Hafez, 1989) y la intensidad de este efecto depende en gran medida de la raza del animal y el estrés que éste provoque al animal. Estos factores pueden actuar estimulando o inhibiendo la actividad sexual (Acker, 1977). Debido a que la cabra presenta inactividad cíclica durante cierta época del año, se le considera como poliéstrica estacional. Esta característica está determinada fundamentalmente por la cantidad de horas-luz del día (fotoperíodo), la lluvia y la temperatura (Arbiza, 1986; Restall, 1992; Palacios *et al.* 2005).

Los cambios en el fotoperíodo intervienen en la liberación de gonadotropina de la hipófisis anterior. Estas variaciones estacionales producen un aumento en la sensibilidad hipotalámica al mecanismo de retroalimentación negativa de los esteroides ováricos, y la glándula pineal modifica la actividad endocrina mediante sus secreciones (Hafez, 1989, Delgadillo *et al.* 2003). Por lo general, la actividad sexual de esta especie en zonas templadas se inicia cuando la cantidad de horas-luz disminuye, lo cual ocurre durante el otoño e invierno, y esto permite que los partos y nacimientos ocurran en primavera, garantizando con ello la supervivencia de las crías (Arbiza, 1986).

Por otra parte, en regiones cercanas al ecuador donde las variaciones fotoperiódicas son menos marcadas, la época reproductiva de la cabra en esta zona se determina principalmente por el medio ambiente, el estado nutricional del animal, la estación de lluvias o abundancia de forraje, el estímulo del macho cabrio y del amamantamiento de los cabritos (Hafez, 1989; Mellado, 1991; Delgadillo *et al.* 2003). Los caprinos

lecheros de origen europeo son los que tienen una estacionalidad reproductiva más marcada, mientras que los provenientes de regiones tropicales pueden tener una actividad reproductiva poco restringida y continua. En el caso de cabras criollas en México es difícil definir su actividad sexual, ya que existe información contradictoria al respecto. Datos de cabras criollas del Centro y Sur de México indican que estos animales presentan actividad ovárica todo el año, presentándose esta con mayor intensidad en épocas de lluvias (agosto, septiembre y octubre) y con una menor intensidad en épocas secas abril, mayo y junio; Valencia *et al.* 1984; Trejo y Pérez, 1987). En las zonas áridas y semiáridas del norte de México y sur de Estados Unidos se ha observado un anestro total de cabras criollas en los meses de febrero, marzo y abril (Gutiérrez, 1976; Lawson y Shelton, 1982; Viramontes, 1986: citados por Mellado, 1991). Este último, ha observado que en zonas de Zacatecas, Coahuila y Nuevo León, los empadres se llevan a cabo durante este período del año, lo cual indica que las cabras criollas se reproducen durante todo el año, con actividad menos intensa de marzo a abril, aunque las cabras pueden presentar ausencia total de actividad sexual debido a problemas de desnutrición durante la primavera.

2.6. Manejo reproductivo de la cabra

La palabra manejo en cualquier aspecto de la producción animal indica una influencia o cambio para mejorar los resultados en dicha producción, normalmente éste debe estar enfocado a tener mayor rentabilidad de la explotación caprina. En el manejo reproductivo, por lo general se toman en cuenta los siguientes aspectos:

2.6.1. Edad a la primera fecundación

Esta característica debe estar acompañada por el peso, ya que existe una relación alta entre estos parámetros. Además de que ambos están influenciados por el nivel nutricional, tipo de nacimiento, estación del nacimiento y la raza de la cabra. En animales estabulados, la fecundación puede ocurrir a edad más temprana, pero en agostadero esto se lleva a cabo más tarde. Dependiendo de la estación del año en que nacen, las cabras pueden ser fecundadas más temprano o más tarde, ya que a los animales nacidos en primavera les toca crecer en verano y otoño (mayor disponibilidad de forraje en el agostadero, en el norte de México) y pueden desarrollarse más satisfactoriamente, cosa contraria ocurre con los animales nacidos en otras épocas, ya que les toca crecer en períodos donde no hay forraje, ni en calidad ni en cantidad suficientes para que estos animales alcancen el peso adecuado para que sean fecundados por primera vez. Las cabras criollas deben fecundarse por primera vez a los 22 kg de peso vivo. Si se quiere fecundar por primera vez a las cabras a los 7 meses de edad, se deben suplementar durante el período de la gestación (Mellado, 1991).

2.6.2. Empadre

Es la época en que se lleva a cabo la fecundación de las hembras en una explotación (Dukes y Swenson, 1981; Hafez, 1989). De acuerdo con Rabiza (1986), dependiendo del tipo de explotación (extensivo o intensivo) se presentan tres tipos de empadres: 1) introducción de varios sementales al corral; este sistema es económico por no requerir de mano de obra o instalaciones costosas. Sus principales desventajas son: el hecho de que no existe control de paternidad, desconocimiento

de la fecha del apareamiento, transmisión de enfermedades sexuales y problemas de jerarquía (dominancia) de los sementales. 2) lotificación de las hembras, separándolas en corrales diferentes asignando un semental por cada lote de cabras; este método permite reconocer las crías de cada semental, además de que se puede determinar la fertilidad de los machos cabrios. Su desventaja es que incrementa los costos, ya que requiere de mayor mano de obra y de mejores instalaciones. 3) monta controlada; este método consiste en utilizar machos marcadores para identificar las cabras en calor, éstas son separadas del grupo y se exponen al semental elegido, según los objetivos de la explotación. Tiene la ventaja de que se controla la paternidad, se aplica el mejoramiento genético y se establecen programas reproductivos adecuados. Su desventaja es que requiere de personal dedicado a este manejo reproductivo, lo cual incrementa los costos.

En la zona norte de México el tipo de empadre utilizado en mayor proporción por los caprinocultores es el controlado, fundamentado principalmente en la disponibilidad de forraje, de tal manera que estos se programan en épocas específicas, para que los partos ocurran en los meses de mayor disponibilidad de forraje. Si los empadres se realizan en otras épocas, los partos ocurren cuando la cantidad y calidad de los forrajes son pobres en los agostaderos, se hace necesario la suplementación para llenar los requerimientos nutricionales demandados por la cabra (Mellado-Bosque, 1991).

2.6.3. Control del ciclo estral y la ovulación

El ciclo estrual de la cabra es el período comprendido entre el inicio de un celo hasta el inicio del siguiente. Este consta de cuatro fases: estro, metaestro, diestro y proestro (Dukes y Swenson, 1981; Hafez, 1989). Prasad (1979) y Elamvitayakorn *et al.* (1988) citados por Mellado-Bosque (1991) mencionan que el ciclo estrual es un período cíclico que en la cabra se presenta a intervalos de 21 días, aunque se presentan ciclos desde 7 hasta 38 días de duración. Normalmente, en sistemas extensivos no se usa con gran frecuencia la manipulación del ciclo estrual, como sucede en los sistemas intensivos, donde se emplea para programas de inseminación artificial y también para inducir actividad sexual en el período de anestro de las cabras (Mellado-Bosque, 1991). Esta práctica tiene como objetivo agrupar los calores y partos en un período más corto de tiempo, ahorrándose mano de obra (Arbiza, 1986; Hafez, 1989). Los métodos empleados para el control del ciclo estrual, más específicamente de la ovulación, de acuerdo a su influencia sobre el cuerpo lúteo se clasifican como luteolíticos y luteotróficos y en algunos casos se emplean estos enfoques en forma combinada. En caprinos, se han usado con una mayor frecuencia los métodos de agentes luteotróficos o progestágenos (esponjas vaginales o implantes subcutáneos) y los luteolíticos o estrógenos como las prostaglandinas $F_{2\alpha}$ (Hafez, 1989). Además, estos métodos pueden o no ir acompañados de gonadotropinas.

2.7. Producción láctea de la cabra

La producción de leche en la cabra es un aspecto fisiológico que está íntimamente relacionado con el aspecto genético del animal y su medio ambiente que lo rodea

(Bath *et al.* 1984). De acuerdo a lo anterior, Peñuñuri (1986) menciona que es posible encontrar razas de cabras como Saanen, con promedios de producción de hasta 4 L diarios durante lactancias de 300 días. Este mismo autor encontró que los animales criollos regionales pueden producir en promedio de 0.450 a 1.100 kg/d durante lactancias de 180 a 210 días. Sobre la producción total de leche por lactancia intervienen aspectos como la duración de la lactancia, pico de producción y la persistencia. También estos aspectos determinan el comportamiento de la curva de producción (Cabello y Martínez, 1984; Bath *et al.* 1984; Arbiza, 1986; Hafez, 1989).

La duración de la lactancia está en función del sistema de explotación, raza, alimentación, reproducción y del clima (Dukes y Swenson, 1981; Gall, 1981). Mena y Gall (1977) mencionan que bajo condiciones favorables, la lactancia de la cabra dura de 280 a 300 días y al no tenerse estas condiciones, este tiempo se puede reducir. Ejemplo de ello es que las cabras criollas que pastorean en agostadero interrumpen la producción de leche en las épocas de sequías o no-disponibilidad de alimento suficiente para producir y también por los climas extremos o por la presencia de una nueva gestación. Estos mismos autores mencionan que es posible tener lactaciones de 2 a 3 años de duración, pero con producciones diarias mínimas. En cuanto al pico de producción de leche, Arbiza (1986) menciona que ésta se alcanza aproximadamente a la semana número 3 ó 4 de la lactancia; sin embargo, Mellado-Bosque (1991) señala que ocurre entre la semana 4 ó 5 de la lactancia. El grado de descenso de la producción de leche se le conoce como persistencia, la cual, entre mayor sea, mayor será el rendimiento total de la producción de leche (Bath *et al.* 1984). Además, Arbiza (1986) menciona que sobre la persistencia intervienen

factores como el medio ambiente (clima, alimentación) y otros que la reducen considerablemente. Basándose en lo anterior, Mellado-Bosque (1991) menciona que la reducción de la producción de leche de un mes, en relación a uno anterior, es de aproximadamente del 10 %.

2.8. Mecanismo de secreción láctea

En la secreción láctea se encuentran implicadas reacciones complejas, tales como el paso de los componentes sanguíneos a la ubre, síntesis de los gránulos de secreción, movimiento de estos gránulos hacia los alvéolos, control de la cantidad de agua en la secreción y el tránsito del producto (leche) hacia los conductos galactóforos (Ganong, 1976). Maynard *et al.* (1992) mencionan que la secreción láctea es un proceso continuo en que la presión intramamaria se incrementa por la acumulación de leche, a lo que se atribuye en ocasiones la disminución de leche. El estímulo de los nervios sensitivos de la piel y tetas por medio de masaje o amamantamiento de la cría, producen liberación de oxitocina del lóbulo posterior de la pituitaria y provoca la contracción de las células mioepiteliales que rodean a los alvéolos y esto provoca que la leche sea forzada a salir de éstos y de los conductos lácteos (Bath *et al.* 1984; Mellado-Bosque, 1991).

2.9. Lactancia de la cabra

En muchos países templados, las cabras son consideradas como animales lecheros y su producto es el más importante, aunque también se toma en cuenta la carne

(Arbiza, 1986). La mayoría de las razas lecheras del mundo han sido derivadas de razas europeas, las cuales deben contar con características muy específicas, como el tener buena capacidad corporal, la cual es una combinación de longitud, anchura, altura y profundidad del cuerpo y buen sistema mamario. Otra característica muy importante es que puedan producir leche por períodos muy largos de hasta 2 años (Gall, 1981). Las glándulas mamarias son una característica distintiva de la cabra y en general de todos los mamíferos. Esta tiene como función secretar leche para la alimentación de los animales en su estado postnatal. Dichas glándulas crecen durante la preñez y secretan leche después del parto (Dukes y Swanson, 1981). Una buena lactación requiere que la glándula mamaria produzca una abundante cantidad de células secretoras de leche durante la preñez y el período seco y esa cantidad dependerá del medio ambiente, salud de la cabra y otros factores como el número de lactancia del animal.

2.10. Algunos factores que afectan la producción de leche en las cabras

La producción de leche en la cabra está fuertemente influenciada por aspectos de la misma cabra, factores externos y de manejo (Arbiza, 1986). A continuación se mencionan algunos de los factores capaces de modificar la producción de leche en la cabra:

2.10.1. Tamaño y peso corporal de la cabra

En cabras adultas o maduras con pesos de 30 a 50 kg se debe poner énfasis en la variación de tamaño, ya que, aparentemente cabras más grandes tienden a producir más leche que aquellas más pequeñas, aunque se ha descubierto que la eficiencia

para producir leche puede ser independiente del peso corporal (Gall, 1981). Por su parte, Mellado-Bosque (1991) menciona que el peso corporal es responsable de aproximadamente el 30 % de la variación en la producción de leche, explicando que esto se debe al mayor volumen ruminal de los animales mayores.

2.10.2. Número de partos

Arbiza (1986) menciona que la producción de leche se incrementa con el número de partos, pudiendo llegar a ser máxima en el tercero o cuarto parto, lo cual tiene su fundamento en que la cabra ha alcanzado un estado maduro productivamente (Mellado-Bosque, 1991).

2.10.3. Diferencias raciales

Existe marcada diferencia en la producción de leche de las cabras según la raza (Gall, 1981). Las razas que son de origen Alpino-suizo-francés (Saanen, Alpina y Toggenburg) tienen mayor producción que aquellas que son de origen de climas tropicales (La Mancha y Anglo-Nubia).

2.10.4. Tamaño de camada

Arbiza (1986) menciona que conforme se incrementa el número de crías por parto, la producción de leche también se incrementa, lo anterior ha sido señalado por otros autores (Gall, 1981; Mellado-Bosque, 1991; Rabasco *et al.* 1993) quienes mencionan que cuando se tiene más de un cabrito al parto, existe mayor producción de lactógeno placentario, más masa placentaria y por lo tanto, mayor crecimiento de la glándula mamaria, y esto provoca una mayor producción de leche.

2.10.5. Época de parición

La producción de leche es marcadamente afectada por la época de parto (Gall, 1981), lo cual es señalado también por Arbiza (1986) quien observó que la producción de leche fue mayor en la época de parto de enero a marzo y menor de abril a junio y explica que esto tal vez se deba a que la época de enero a marzo coincide con los meses de anestro, sucediendo lo contrario con la otra época que está más próxima a la estación sexual, donde la actividad ovárica influye en la disminución de la producción.

2.10.6. Alimentación

Mena y Gall (1977) mencionan que la alimentación destaca entre los factores que más influyen sobre la lactancia, ya que la producción de leche se puede limitar por los componentes de la nutrición, tales como energía, proteína, fibra, minerales y vitaminas. Además, de acuerdo al tipo de alimentación será la composición de la leche, mencionando que el componente que más varía es la grasa. Arbiza (1986) menciona que en la primera fase de la lactancia la cabra necesita incrementar la ingestión de nutrimentos (energía principalmente) y a medida que se incrementa la producción diaria de leche se incrementan también los requerimientos nutritivos. Este mismo autor, al igual que Maynard *et al.* (1992) mencionan que al comienzo de la lactancia la cabra está en balance energético negativo y tiende a utilizar sus reservas corporales (grasa). Además, existe una correlación de $r = 0.75$ en etapa temprana de lactación y que ésta se incrementa hasta $r = 0.87$ aproximadamente a los 130-140 días de lactación. Romero *et al.* (1994) midieron el efecto de la suplementación de proteína sobre la producción láctea de cabras en agostadero semiárido templado y

encontraron que al adicionar 120 g de proteína se incrementó significativamente la producción de leche. Sin embargo, esta práctica desde el punto de vista económico es poco recomendable, sobre todo cuando se trata de rebaños pequeños y de baja productividad. Aldrighetto y Bailoni (1994) estudiaron el comportamiento de diferentes fuentes de proteína (harina de carne, de plumas y de sangre) sobre la producción de leche y encontraron que la producción fue similar para las cabras que se les proporcionó harina de carne, en comparación con aquellas que se les proporcionó harina de plumas más harina de sangre. En una investigación realizada por Qi *et al.* (1993) comparando el efecto de tres niveles de suplementación de sulfato (0.16, 0.26 y 0.36 % de la dieta) sobre la producción de leche de cabras multíparas, encontraron que la adición de sulfato no influyó sobre la producción de leche corregida por grasa (4 %), pero las cabras suplementadas con 0.26 % de sulfato presentaron una mejor persistencia de producción. En otra investigación realizada por Landau *et al.* (1993) se compararon dos niveles de suplementación con concentrado (alto de 1500 g/d y bajo de 750 g/d) a partir de los 30 días postparto y hasta los cuatro meses de lactación en cabras Anglo-Nubia x Damascus las cuales pastaban de 5 a 6 horas diarias. Se observó que las cabras que recibían niveles altos de suplementación produjeron más leche que las suplementadas con niveles bajos (2.23 vs 1.81 kg/día). Existen otros factores que influyen sobre la producción de leche, entre los cuales se mencionan el manejo, la frecuencia de ordeño, los factores ambientales, la duración de la lactancia y la persistencia de la misma. Arbiza (1986) menciona que se puede conseguir un incremento de alrededor del 35 % en la producción de leche al realizar dos ordeños al día en lugar de solamente uno.

2.11. Composición de la leche de cabra

La composición química de la leche de cabra tiene gran importancia debido a que de ello depende su valor nutritivo (Gall, 1981). En cuanto a esto, Arbiza (1986) menciona que hablar de la composición de la leche es muy complejo, debido a la variabilidad de la misma a causa del aspecto genético, así como de la alimentación, clima, sanidad, estado fisiológico, ordeña y manipulación posterior del producto. Mellado-Bosque (1991) indica también que el nivel de producción y las fases de la lactancia modifican la composición de la leche.

La grasa es el componente de la leche más variable y consiste esencialmente de triglicéridos en forma de glóbulos (Bath *et al.* 1984). Las proteínas son otro componente de la leche, las cuales son compuestos orgánicos formados por aminoácidos con enlaces péptidos, su variación es menos que la de la grasa y depende en gran medida de la capacidad genética del animal, más que a los factores ambientales (Mellado-Bosque, 1991). Dentro de las proteínas, la caseína representa aproximadamente al 80 % del total de estos compuestos nitrogenados (Arbiza, 1986). Otros componentes importantes de la leche son la lactosa, los minerales y las vitaminas (Dukes y Swenson, 1981; Maynard *et al.* 1992). En una investigación realizada por Rabasco *et al.* (1993) en la que estudiaron la fuente de variación genética y no genética sobre la producción y composición de la leche en cabras Verata, encontraron que existieron diferencias para los contenidos de grasa (probablemente debidos al régimen de alimentación) y para producción de proteína, grasa y sólidos totales. Estos mismos autores encontraron que el número de lactancia y mes de parto influyó significativamente en la composición de la leche.

Aldrighetto y Bailoni (1994) estudiaron el comportamiento de diferentes fuentes de proteína (harina de carne, de plumas hidrolizada más harina de sangre) sobre la composición de la leche y encontraron que los contenidos de proteína y caseína fueron significativamente altos para las cabras que se les proporcionó harina de plumas hidrolizada más harina de sangre en comparación con aquellas que se les proporcionó harina de carne (2.85 vs 2.72 % y 1.95 vs 1.84 %, respectivamente). Por lo anterior, estos autores concluyen que el uso de harina de plumas hidrolizada más harina de sangre, puede mejorar el valor nutritivo de la dieta y la calidad de la leche de las cabras. Landau *et al.* (1993) compararon dos niveles de suplementación con concentrado (alto de 1500 g/d y bajo de 750 g/d) a partir de los 30 días posparto hasta los cuatro meses de lactación. Se utilizaron cabras Anglo-Nubia x Damascus las cuales pastaban de 5 a 6 horas diarias. No se presentaron diferencias significativas en la producción total de grasa, proteína y sólidos totales. Al día 38 de la lactancia, el contenido de proteína fue de 5.54 vs 4.74 % y de grasa de 3.69 vs 3.40 % para las cabras que fueron alimentadas con los niveles altos de suplementación en comparación con aquellas alimentadas con niveles bajos.

2.12. Peso al nacimiento

Esta variable productiva debe ser acorde a la raza, representa el estado de salud y vitalidad del cabrito. Es un atributo de gran importancia en el mejoramiento y en la explotación de los animales, pues estudios sobre su heredabilidad muestran que influye sobre el peso al destete, velocidad de aumento de peso y también sobre la economía de la explotación. Esta variable está influenciada por la raza, edad de la

madre, alimentación, condiciones de cría, sexo de la cría y número de productos a la parición (Arbiza, 1986; Mellado-Bosque, 1991).

Los pesos mínimos son de 1.864 kg para las hembras y 2.222 kg para los machos; se han registrado pesos de 7.250 kg en machos; los nacidos en enero y junio por lo general son un poco más pesados que los nacidos entre agosto y diciembre. El peso ideal que debe tener el cabrito al nacer depende de los parámetros que se fijan para cada raza (Mellado-Bosque, 1991).

Los machos son ligeramente mayores en peso que las hembras al nacer, pero el peso no es de importancia, el peso de la camada constituye el 13 % del peso de la madre, siendo el porcentaje notablemente en los nacimientos múltiples que en los sencillos (Gall, 1982; Arbiza, 1986; Mellado-Bosque, 1991). Los cabritos machos son en promedio un 15 % más pesados que las hembras al nacimiento y los cabritos de partos sencillos son 15 % más pesados que los cabritos de partos dobles y hasta 30 % más pesados que los cabritos de partos triples.

2.13. Factores que afectan los pesos al nacimiento

El peso al nacimiento es una variable de primer orden de interés en una explotación y por ende es necesario conocer algunos aspectos que lo afectan.

2.13.1. Nutrición

Durante los primeros días de vida se debe proporcionar suficiente alimentación para obtener un rápido desarrollo, particularmente en la primera época de vida, después del parto, ya que esta etapa es crítica. Se señala que el nivel de alimentación no

debe ser ni bajo ni alto, sino bien balanceado y de acuerdo a las necesidades de producción. Mellado-Bosque (1991) señala que los cabritos nacidos únicos, pesan al nacer 29 % más que los gemelos y estos un 9 % más que los triates durante el primer mes de vida, estas diferencias se entienden desde el punto de vista de que los gemelos o triates tienen que repartirse la leche producida por la madre.

2.13.2. Sexo

Los machos son por lo regular al nacer más pesados que las hembras y estas diferencias persisten durante toda la vida, esto se debe probablemente a diferencias genéticas y en forma indirecta a la acción de las hormonas sexuales. Durante las primeras etapas de vida cierto porcentaje de hembras muestran un crecimiento más precoz, aunque al alcanzar su desarrollo completo los machos enteros en general pesan más (Mellado-Bosque, 1991).

2.13.3. Raza

La raza es una condicionante del peso al nacimiento y esta a su vez está en función del sistema de explotación y condiciones medio ambientales en que se pueda adaptar (Arbiza, 1986).

2.14. Peso al destete

El peso al destete está en función del momento en que este se realiza, el peso de la cría al nacimiento, raza explotada, tipo de parto, sexo de la cría y otros factores medio ambientales importantes como la alimentación. El destete puede efectuarse en

cualquier momento, encontrándose que puede realizarse hasta los seis meses de edad (explotaciones o sistemas extensivos), en los animales lecheros es usual destetarlos prontamente para que así la leche de la hembra pueda usarse para propósitos comerciales o domésticos. El destete prematuro es la norma para las hembras lecheras y por lo general, donde los cabritos se separan de las madres después del nacimiento. Probablemente la consideración más importante es el efecto o eficacia del destete sobre la cantidad de leche producida por las hembras y los beneficios económicos, que el crecimiento del cabrito (sistemas intensivos). Las consideraciones son que en los sistemas intensivos donde se explotan cabras lecheras de raza pura y de alta producción, la cantidad de suplementos que reciben los cabritos y todos los animales del rebaño, influyen mucho en los índices productivos y peso (Mellado-Bosque, 1991).

El destete oportuno permite que la hembra se restablezca antes de la siguiente cubrición y que no tenga necesidad de gastar energías en los cuidados propios de sus crías; así mismo propicia el desarrollo de la capacidad ruminal para facilitar el consumo de alimento. Lo más recomendable es destetar a los 8 ó 10 semanas en que hayan alcanzado pesos de por lo menos 13 a 16 kg, respectivamente (finalidad zootécnica y las oportunidades de mercado), por lo tanto el destete debe hacerse en desarrollo fisiológico de los cabritos en su aparato digestivo, manejo y función zootécnica. En cualquier forma, el destete debe ser gradual, a partir del último tercio de la lactancia. Al hablar de cada uno de los sistemas de cría; se definirá la edad más apropiada para el destete, de acuerdo al método que proceda de amamantamiento.

El destete puede estimularse por medio del suministro de alimento iniciador, los cabritos comienzan a mordisquear alimento de hojas, forrajes o pasto a las 2 ó 3 semanas de edad; esto estimula el desarrollo del rumen. En definición, se denomina destete al momento en que la cría es separada definitivamente de la madre o que deja de consumir leche, pasando a una alimentación sólida; dado que representa una fase crítica del manejo. La edad del cabrito, su peso y la cantidad de alimento seco que consume son los factores más importantes que se deben considerar para elegir el momento del destete. También se dice que el destete debe efectuarse cuando los animales hayan duplicado, como mínimo, su peso vivo de nacimiento.

Con lactancia artificial se puede hacer el destete a la misma edad que con lactancia natural, esto es a los 90 días. Sin embargo, se ha demostrado que el destete se puede efectuar a partir de las cinco semanas (35 días), siempre que el peso al nacimiento se haya multiplicado por tres. La respuesta al destete depende más del peso del cabrito que de su edad y de la forma de realizarlo (destete progresivo o brusco).

3. JUSTIFICACION

La actividad ganadera en Baja California Sur se desarrolla en 4.7 millones de hectáreas de agostadero, con coeficiente ponderado promedio de 38 hectáreas por unidad animal, dedicándose a esta actividad 4,521 productores, agrupados en 19 organizaciones asociaciones ganaderas locales. La explotación ganadera se realiza en condiciones adversas que le impone el entorno ecológico y que han hecho de ésta, una actividad principalmente de arraigo tradicional, explotándose tanto en zonas de pastoreo errático estacional y donde las precipitaciones pluviales así lo permiten, pastoreo continuo a lo largo de todo el año y bajo sistemas de explotación extensiva, siendo en su mayoría especies bovina y caprina de doble propósito.

La escasa precipitación pluvial, alta evaporación, topografía accidentada, baja producción forrajera del agostadero y dispersión de los núcleos ganaderos, se refleja en el bajo inventario (2001) y en los volúmenes de producción de las especies principalmente explotadas con una cantidad de 299,750 animales, de los cuales 169,186 corresponden a bovinos; 9,144 a porcinos; 15,728 ovinos; 76,970 caprinos; 21,543 aves y 2,658 otros animales, especies ganaderas que, sin embargo, durante el 2001, representaron un volumen total de producción de 45,347.60 toneladas, con un valor de \$440,616, 800 millones de pesos.

Si se resumieran los problemas relacionados con la actividad ganadera en el Estado de Baja California Sur, estos se enfocarían principalmente en los siguientes: a) existe una ganadería extensiva basada en agostaderos pobres y sobreexplotados que provoca grandes pérdidas recurrentes anualmente por efectos de las sequías que

azotan la región año con año; b) las condiciones ecológicas que presenta el Estado, se traducen en constantes y cíclicos períodos de sequía los cuales se les atribuye que se agrave la situación de los agostaderos, aunado a la falta de obras de captación, retención y conservación de agua, así como una infraestructura básica para almacenamiento y conservación de forrajes, limitándose así la rentabilidad y expectativas de desarrollo; c) la alimentación del ganado es un problema recurrente, ya que esta se sustenta en su mayoría del forraje que proporciona el agostadero, cuya capacidad depende principalmente de las precipitaciones pluviales, considerándose la media estatal de 160 mm, mismas que la mayor parte se presentan durante el verano y en menor proporción en invierno, con períodos de estiaje hasta de 5 meses; d) cuando no se tienen medidas preventivas, la primera consecuencia de un año seco es la reducción de la producción de crías al siguiente año; a esta se agregan el costo del forraje suplementario, el de la merma de peso de los becerros y las pérdidas por mortandad; e) el mal manejo a que han sido sometidos los agostaderos ha propiciado el deterioro de sus recursos y a su vez a mermado su productividad, provocándose con esto problemas de erosión e incapacitándolo a que este tenga una buena infiltración del agua de lluvia; f) existe un déficit de 630 toneladas de alimento (concentrado y alfalfa) durante el periodo de estiaje (aproximadamente 45 días) cada año, considerando solo los vientres de ganado bovino de campo; g) la mayor parte de los suelos tradicionalmente agrícolas del país, incluyendo los del Estado de Baja California Sur se encuentran gravemente deteriorados por el manejo agronómico-mecánico moderno; h) el uso excesivo de la maquinaria con fines de acondicionamiento para la siembra, ha ocasionado siembras adecuadas, pero una seria pérdida de fertilidad del suelo. Este acondicionamiento del

suelo, lo hace perder sus propiedades de fertilidad natural, que lo convierten en un suelo infértil, en el cual los cultivos ya no son capaces de obtener los rendimientos esperados haciéndose necesario aplicar cada vez mayores cantidades de fertilizante sintético y mayor cantidad de agua porque el suelo pierde su capacidad de retención de la humedad y una gran cantidad de ésta por evaporación directa.

En general, la ganadería es uno de los sectores productivos en el noroeste de México que más ha padecido por las sequías y la ineficiencia en la producción y en el abasto de alimento para el ganado, con la consecuente escasez de forrajes provocado principalmente por la falta de lluvia que afectan la condición de los agostaderos. El pastoreo nómada y errático estacional es el común denominador en la actividad ganadera, ya que en los agostaderos se practica una ganadería del tipo extensiva, condicionada a ciclos de buenas precipitaciones y alternadas con los períodos de sequías también cíclicas. Específicamente en el Estado de Baja California Sur, los productores intentan contrarrestar los estragos de las sequías, proporcionando forrajes y/o concentrados, principalmente el pie de cría y para sufragar los gastos por el suministro del forraje, se ven en la necesidad de comercializar parte de su hato. Un mínimo de productores practica una ganadería más tecnificada, aprovisionándose de forraje y agua para hacer frente a este período y otra parte de ganaderos lleven a cabo el transporte de esquilmos de las zonas agrícolas a sus ranchos o bien trasladando sus animales a los campos agrícolas para que éstos aprovechen los esquilmos o desechos agrícolas.

Para lograr contribuir a la generación de conocimientos y tecnología que haga un uso más eficiente del agua disponible para la producción agropecuaria es necesario diseñar trabajos de investigación que combinen una apropiada caracterización

agroecológica con diversas estrategias para elevar la eficiencia en la aplicación de agua en los cultivos, así como un mejor aprovechamiento de esta agua por las plantas. Esta caracterización es importante para definir la variabilidad temporal y espacial de las condiciones ambientales e identificar las limitaciones que se tienen para la producción agrícola y el manejo de los recursos. La experimentación agronómica puede contribuir a la solución de esta problemática a través de distintas rutas como la selección y mejora genética de plantas, la evaluación de la productividad de cultivos; así como la medición de la respuesta de estos a las condiciones climáticas cambiantes, al suelo y a prácticas de manejo agronómico y de riego. De acuerdo a lo anterior, el presente estudio tiene como propósito evaluar al frijol yorimón en el contexto de la producción de forraje y grano, para lo cual es necesario caracterizarlo y conocer sus atributos, para posteriormente evaluar su efecto en la producción láctea y respuesta de otros aspectos productivos de cabras criollas y de esta manera contribuir al conocimiento que permita elegir a los cultivares acorde a sus atributos y que con ello se participe en la producción agrícola y pecuaria. Trabajos realizados han revelado que el frijol yorimón es una leguminosa importante como fuente de proteína, de interés en la alimentación del humano y los animales (Díaz y Ortega, 1997), además, tiene características de adaptación a las condiciones de las zonas áridas (Murillo-Amador, 1992; Murillo-Amador *et al.* 1997; Murillo-Amador *et al.* 2000; Murillo-Amador, 2001; Murillo-Amador *et al.* 2002) donde al igual que en África, India o Estados Unidos de América se le puede diversificar su uso; entre ellos como abono verde, especialmente como alternativa para productores orgánicos, para mejorar la fertilidad y calidad del suelo (García *et al.* 1997; Medina,

1997). Su efecto se refleja en un incremento en la materia orgánica, como forraje en el ámbito pecuario y en el consumo humano, ya sea como verdura o grano.

4. HIPOTESIS

Existen diferencias entre los cultivares de frijol yorimón para las variables determinantes de producción de biomasa, rendimiento de grano y sus componentes y el valor nutricional, mientras que el forraje de frijol yorimón henificado incrementará la producción de leche en cabras criollas.

5. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el potencial productivo (producción de forraje y grano) y el valor nutricional en cultivares de frijol yorimón, seleccionando cultivares con características sobresalientes (forraje, grano y valor nutricional) y valorando el frijol yorimón como fuente alimenticia en variables productivas de cabras criollas.

5.1 Objetivos particulares

- Caracterizar fenotípicamente a los cinco cultivares valorados.
- Evaluar la producción y obtención de funciones de producción de biomasa en estadio de prefloración y floración mediante análisis de regresión lineal simple y múltiple.

- Evaluar el rendimiento de grano y sus componentes y obtener las funciones de estas variables mediante análisis de regresión lineal simple y múltiple.
- Realizar análisis bromatológico de los cinco cultivares para conocer su composición nutrimental.
- Seleccionar dos de los cultivares más sobresalientes en producción de biomasa, producción de grano y valor nutricional.
- Evaluar el efecto del forraje henificado de frijol yorimón comparado con el forraje henificado de alfalfa sobre peso de cabritos al nacimiento, ganancia de peso diaria promedio, peso de cabritos al destete y producción de leche en cabras criollas.

6. METAS

- Disponer de un modelo de regresión para estimar producción de biomasa en frijol yorimón en estadio de prefloración y floración.
- Disponer de reportes y resultados de los cultivares de frijol evaluados, para seleccionar al o los cultivares sobresalientes en producción de biomasa, rendimiento de grano y sus componentes y sus contenidos nutrimentales, para proponer su explotación extensiva en el Estado de Baja California Sur.
- Disponer de reportes y resultados del efecto del frijol yorimón en la dieta de cabras criollas sobre el peso de cabritos al nacimiento, ganancia de peso diaria promedio, peso de cabritos al destete y producción de leche.

7. MATERIALES Y METODOS

Experimento 1. Evaluación de la producción de biomasa en prefloración y floración, rendimiento de grano, valor nutritivo y generación de funciones de producción en cinco cultivares de frijol yorimón

La primera parte de este trabajo de investigación, correspondiente a la producción de biomasa, rendimiento de grano y calidad forrajera de los cultivares de frijol yorimón se llevó a cabo de marzo a julio de 2002. El trabajo se inició con la preparación de la semilla de los cultivares a evaluar y del terreno donde se realizó la siembra, la cual se ocupó una superficie de 1,200 m², con una distancia entre plantas de 10 cm para una densidad total de siembra de 120,000 plantas por ha⁻¹). Los muestreos de los cultivares para el registro de las variables de producción de biomasa mediante el método destructivo y no destructivo se realizaron en el mes de mayo y junio; donde las muestras obtenidas fueron manejadas en el laboratorio de fisiotecnia vegetal del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), mientras que el análisis bromatológico se realizó en el laboratorio de bromatología del CIBNOR y la cosecha del grano se realizó en el mes de junio y julio del 2002.

Descripción del área de estudio

Este trabajo se realizó en el Centro de Propagación Vegetativa (CEPROVEG), predio agrícola propiedad del Gobierno del Estado de Baja California Sur (B.C.S.), ubicado en el Valle "El Carrizal" municipio de La Paz, B.C.S. El tipo de suelo presente en el predio es de textura migajón arenoso, pH neutro de 6.85. Respecto al agua destinada para riego, es de buena calidad (C₂ S₁ Wilcox). El clima es desértico (BW y

BS) y seco con temperaturas promedio de máxima 33.9 °C, mínima 10.7 °C y media de 21.9 °C. Se cuenta con un sistema de riego por goteo que cubre una superficie de 8-00-00 ha.

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un bloques completos al azar (cinco cultivares x cuatro bloques), donde la unidad experimental estaba constituida por una superficie de 8 surcos de 7 m de largo y 0.8 m de ancho. Para evitar efecto de orilla, se seleccionaron los dos surcos centrales, a los cuales se les eliminó 0.50 m de cada extremo, para un total de 6 m de longitud de cada surco, con una superficie como parcela útil de 9.6 m².

Cultivares utilizados

Para el presente trabajo, se utilizaron cinco cultivares de frijol yorimón, cultivar 1 (Paceño), cultivar 4 (Cuarenteño), cultivar 18 (IT90K-277-2), cultivar 25 (Sesenteño) y cultivar 23 (IT91K-118-20).

Variables evaluadas

Las variables registradas y evaluadas fueron variables fenológicas, las determinantes de producción de biomasa (método no destructivo y método destructivo) y las determinantes de rendimiento de grano.

a) Fenología

Para cada una de los cultivares se registraron las etapas fenológicas siguientes:

i) Días a emergencia

Este se determinó al contabilizar el número de días de la siembra hasta que se alcanzó el 50 % de emergencia de plántulas.

ii) Días a floración

Consistió en contabilizar el número de días desde la siembra a la fecha en que se presentó el 50 % de floración de las plantas.

iii) Días a primera maduración de vaina

Se contabilizó el número de días desde la siembra a la fecha en que se presentó el 50 % de vainas maduras.

iv) Días a madurez total

Se contabilizó el número de días desde la siembra hasta la madurez completa de las vainas.

b) Producción de biomasa

Para la determinación de la producción de biomasa se registró altura de planta (AP), peso fresco de planta (PFP), peso seco de planta (PSP), número de hojas por planta (NHP), peso fresco de hojas (PFH), peso seco de hojas (PSH), peso fresco de tallo (PFT), peso seco de tallo (PST), diámetro de tallo (DT), número de ramificaciones primarias (NRP), número de ramificaciones secundarias (NRS), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), longitud de raíz (LG), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR), número de nódulos (NN), peso de nódulos (PN), diámetro de nódulos (DN) y relación hoja-tallo (RHT) previo corte manual con cuchillo, a 5 cm de la superficie del suelo, considerando el promedio de 5 plantas en estadio previo a la floración y en floración (50 %) por cada cultivar en cada bloque y dentro de la parcela útil.

b.1) Obtención de funciones de producción de biomasa (Método no destructivo)

Para generar las funciones de producción de biomasa se consideraron las siguientes variables:

i) Área foliar

Esta se midió en plantas de la parcela útil destinadas para la evaluación de biomasa. Se realizó al momento de la cosecha de materia verde, con un medidor portátil de área foliar (Li-Cor Modelo 3000A, Li-Cor Lincoln, Nebraska, USA) y al mismo tiempo se contó el número de hojas presentes en la planta.

ii) Diámetro de tallo

Este se determinó (en milímetros) en el quinto nudo de la base del tallo principal cuando las plantas alcancen el 50 % de floración.

iii) Número de ramificaciones primarias

Este se determinó en la etapa de floración. Se contaron aquellas ramificaciones cuyo origen está en la hoja axilar del tallo principal.

iv) Número de ramificaciones secundarias

Este se determinó en la etapa de floración. Se contaron aquellas ramificaciones que tienen su origen en la ramificación primaria.

v) Altura de planta

Se determinó en la etapa de floración y fue el promedio de medir el total de plantas cosechadas en la parcela útil.

Una vez determinadas estas variables, la metodología para la generación de funciones de producción de biomasa se basó en regresión lineal simple y múltiple,

asumiendo a producción de materia verde (PMV) y producción de materia seca (PMS) como variables dependientes y como independientes las posibles de medir en la planta en pie sin necesidad de su corte.

b.2) Obtención de funciones de producción de biomasa (Método destructivo)

Las variables registradas para uso de este método en estadio de prefloración fueron peso fresco de planta (PFP), peso seco de planta (PSP), altura de planta (AP), área foliar (AF), número de hojas por planta (NHP), número de ramificaciones primarias (NRP), número de ramificaciones secundarias (NRS), longitud de raíz (LR), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR), número de nódulos (NN), peso de nódulos (PN) y diámetro de nódulos (DN). El peso se registró en una balanza electrónica de precisión (Marca AND, modelo HF-6000G con capacidad 6100 g); la medición de altura con un flexómetro, el diámetro de tallo con un vernier digital (General, No. 143, General Tools, Manufacturing Co., Inc. New York, USA) y el área foliar con un medidor portátil (Li-Cor Modelo 3000A, Li-Cor Lincoln, Nebraska, USA). Para generar las funciones de producción de biomasa, se utilizó regresión lineal simple y múltiple para las variables de la planta completa (raíz y parte aérea), tales como: PFP, PSP, AP, AF, NHP, NRP, NRS, LR, PFR, PSR, NN, PN y DN., considerando a producción de materia verde (PMV) y producción de materia seca (PMS) como las variables dependientes y al resto de las variables como independientes.

c) Rendimiento de grano

El rendimiento de grano se registró cuando las plantas presentaron su madurez fisiológica, cosechando todas las vainas secas (12 % de humedad) de la parcela útil, mismas que se colocaron en bolsas de papel, se pesaron y se calculó el rendimiento ($t\ ha^{-1}$). Las variables o componentes del rendimiento de grano que se determinaron fueron:

i) Número de racimos por planta (NRP).- Es el promedio del número de racimos de las plantas cosechadas en la parcela útil.

ii) Número de vainas por planta (NVP)

Este es el promedio del número de vainas maduras de las plantas cosechadas en la parcela útil.

iii) Número de vainas por racimo (NVR)

Es el promedio del número de vainas maduras en cada racimo en las plantas cosechadas en la parcela útil.

iv) Número de semillas por vaina (NSV)

Este es el promedio del número de semillas de cada una de las vainas cosechadas en la parcela útil.

v) Longitud de vaina (LV)

Es el promedio de la longitud (en cm) de 10 vainas seleccionadas al azar del total de vainas cosechadas en la parcela útil.

vi) Ancho de vaina (AV)

Es el promedio de la medición (en cm) del ancho de las 10 vainas a las cuales se les determinó la longitud.

vii) Peso de 100 semillas (PCS)

Este es el promedio (en mg) de seleccionar al azar 100 granos con un contenido de humedad del 12 %, de cada planta cosechada en la parcela útil.

viii) Longitud de semilla (LS)

Es el promedio de medir la longitud (en mm) de grano contenido en 10 vainas maduras, excluyendo los granos de las extremidades de la vaina.

ix) Ancho de semilla (AS)

Es el promedio de medir (en mm) el ancho de grano de 10 vainas maduras, excluyendo los granos de las extremidades de la vaina.

x) Espesor de semilla (ES)

Es el promedio de medir (en mm) el espesor a los granos a los cuales previamente se les midió su longitud y ancho. Este se mide perpendicularmente a la longitud y a lo ancho. Las mediciones anteriormente mencionadas, se realizaron con un vernier digital (GENERAL, No. 143, GENERAL Tools, Manufacturing Co., Inc. New York, USA).

xi) Peso de semilla por planta (PSP)

Se determinó como el promedio del peso de granos cosechados en todas las plantas de la parcela útil. El peso de las muestras se midió con una balanza electrónica de precisión (Marca And, modelo HF-6000G con capacidad 6100 g).

d) Características bromatológicas

Una vez presentados en cada uno de los cultivares los estadios de floración, envaine tierno se obtuvieron muestras de biomasa (planta completa, tallo y hoja) y de material henificado, mismas que se secaron, molieron y llevaron al laboratorio de

bromatología del CIBNOR, donde mediante técnicas convencionales de laboratorio (Análisis proximal), se realizaron determinaciones de 1) porcentaje de humedad, 2) porcentaje de proteína, 3) porcentaje de fibra cruda, 4) porcentaje de lípidos, 5) porcentaje de cenizas, 6) porcentaje de extracto libre de nitrógeno y 7) energía (calorías/gramo) (AOAC, 1980, Shimada, 2003). Dichas determinaciones bromatológicas también se realizaron en el grano cosechado de cada uno de los cultivares.

Análisis estadísticos

Se realizaron análisis de varianza, comparación de medias (Tukey $P=0.05$), correlaciones, regresión lineal simple y múltiple y análisis multivariado canónico (SAS, 2001; Varela, 1998; Figueras, 2000; Johnson, 2000; Wayne, 2004).

Experimento 2. Efecto del forraje de frijol yorimón como fuente alimenticia principal sobre aspectos productivos de cabras criollas

Área de estudio

El presente experimento se realizó en el campo experimental del CIBNOR, el cual forma parte de los terrenos costeros del Comitán (Figura 1) que se localiza en la porción meridional de la Península de Baja California, a $24^{\circ} 08'$ latitud norte y $110^{\circ} 24'$ longitud oeste, a 17 km al oeste de la ciudad de La Paz, en el extremo suroccidental de la Bahía de La Paz. B.C.S., México (Cruz, 1992).

De acuerdo con la fórmula de Köppen modificada por García (1981), El Comitán presenta un clima de tipo Bw (h') hw (e) que es extremoso, con una oscilación entre 7

y 14 °C. La temperatura media del mes más cálido (agosto) es de 29.3 °C y la del mes más frío (enero) es de 17.9 °C, con una temperatura media anual de 24-26 °C (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1980). El promedio de la precipitación total del mes más lluvioso (septiembre) es de 62.2 mm y la del mes más seco (abril-mayo) es de 0.2 mm (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981).

Animales de estudio

Los animales utilizados en el experimento fueron en total 19 cabras adultas con características homogéneas tales como raza, edad, peso y fecha de parición, de las cuales se obtuvieron 24 cabritos los cuales fueron evaluados al nacimiento y al destete.

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con diferente número de repeticiones (cabras) por tratamiento; donde la composición nutrimental (Análisis proximal laboratorio -LAN.I.04- del CIBNOR) del forraje henificado y picado, fueron de la siguiente forma: T1= cabras (n=7-11) alimentadas totalmente (100%) con heno del cultivar 18 (96% de materia seca, 19% de proteína cruda, 17% de fibra cruda y 45% de extracto libre de nitrógeno). T2= cabras (n=7-8) alimentadas totalmente (100%) con heno del cultivar 25 (95% de materia seca, 20% de proteína cruda, 18% de fibra cruda y 46% de extracto libre de nitrógeno). T3= cabras (n=5-5) alimentadas totalmente (100%) con heno de alfalfa (90% de materia seca, 18% de proteína cruda, 24% de fibra cruda y 52% de extracto libre de nitrógeno).

Variables de estudio

Las variables medidas en el experimento fueron peso de las crías al nacimiento y cada semana hasta el destete, sexo de la cría, ganancia diaria de peso, tipo de parto y producción de leche, que se midieron diariamente mediante ordeño manual (1 vez/día) durante el tercer mes de lactancia (después del destete).

Análisis estadísticos

Se realizaron análisis de de varianza, correlaciones y comparaciones múltiples de medias (Tukey $P= 0.05$).

8. RESULTADOS Y DISCUSION

Experimento 1

Las variables fenológicas días a emergencia, días a floración (50 %), días a inicio de madurez y días a madurez total registradas, no analizadas estadísticamente, mostraron diferencias cuantitativas entre cultivares (Cuadro 1). Se encontró que los cultivares 1 y 4 fueron los más precoces, los cultivares 23 y 25 se clasificaron como intermedios y el cultivar 18 como tardío. También se encontró que los cultivares 1, 4 y 23 con hábito de crecimiento erecto, presentaron una floración y madurez de vainas más uniforme con respecto a los cultivares 25 y 18. Estos últimos presentaron un hábito de crecimiento semipostrado, con floración y madurez de vainas menos uniforme, lo cual coincide con resultados obtenidos en otros estudios (Pandey, 1990). La floración y la madurez de vainas son en general características no uniformes entre los cultivares de chícharo de vaca (Pandey, 1990) y están relacionadas con el hábito de crecimiento, ya que en plantas de hábito de crecimiento rastroso o trepador, su floración es durante un periodo más largo y sus vainas no maduran al mismo tiempo (indeterminado) y en caso de que se presente lluvia durante la maduración de vainas se produce una nueva floración. Por otra parte, en plantas de hábito de crecimiento semierecto y erecto, su floración es más uniforme y la madurez de mayor cantidad de vainas ocurre al mismo tiempo (determinado).

En las variables registradas sobre producción de biomasa en estadio de floración, tales como AF, PMV, PMS, AP, NHP, DT, PFT, PST, NRP, NRS se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre cultivares para todas las variables, excepto para las variables PFH y PSH ($P > 0.05$). Los resultados muestran que de las variables evaluadas, los promedios mayores fueron para las variables peso de materia verde y peso de materia seca por planta con 105.33 y 90.66 y 16.06 y 13.39 g, respectivamente para los cultivares 18 y 25 (Cuadro 1). Resultados similares fueron obtenidos por otros investigadores (Sharma y Singhamia, 1992; Medina *et al.* 1996; Rodríguez *et al.* 1996; Ogonnaya, *et al.* 2003) quienes a diferencia de los resultados del presente trabajo, encontraron diferencias significativas entre cultivares para la variable peso seco de hojas. Por otra parte, Cusicanqui y Lauer (1999) encontraron diferencias en la cantidad de materia seca producida por efecto de densidad de planta, incrementándose la producción de materia seca conforme se incrementaba la densidad.

La altura de planta en etapa de floración presentó diferencias significativas entre cultivares ($P < 0.05$), siendo los cultivares 18 y 25 los que mostraron las mayores alturas promedio, comparado con los valores inferiores de los cultivares 1, 4 y 23 (Cuadro 1). Esta característica explica el hábito de crecimiento de estos cultivares, siendo los cultivares 18 y 25 de crecimiento indeterminado y los cultivares 1, 4 y 23 de crecimiento determinado, revelando que esta variable tiene una importante contribución en la diversidad genética existente entre los cultivares de frijol yorimón (Borah y Khan, 2001; Kapoor *et al.* 2000; Ogonnaya *et al.* 2003). Otros estudios realizados consideran que la altura del cultivo, conjuntamente con la densidad del

forraje, determinan la cantidad de materia seca que se que se produce (McCormick *et al.* 2001).

Las variables índice de área foliar, considerada como la razón de área foliar de planta y el número de hojas por planta, presentaron diferencias significativas entre cultivares ($P < 0.05$), siendo superior en el cultivar 23, indicando que este cultivar muestra la combinación de reducido número de hojas, pero de mayor tamaño, los otros cultivares presentan la combinación, ya sea de mayor número de hojas pero de menor tamaño o bien cantidad intermedia de hojas con tamaño medio, resultados que coinciden con los obtenidos en otros trabajos, donde se han encontrado diferencias significativas entre cultivares en el número de hojas y área foliar por efecto de cultivar (Pérez-Amaro *et al.* 2004), por efecto de edad (Medina *et al.* 1996; Rodríguez *et al.* 1996), más no en área foliar por efecto de cultivar, indicando con ello que las diferencias genéticas entre cultivares no muestran diferencias estadísticas significativas para esta variable. Beltrán *et al.* (2002) mencionan que el índice de área foliar es el factor principal para la intercepción de luz y por lo tanto, de la dinámica de rebrote, donde la combinación de elementos como la aparición de hojas, elongación y vida media determinan tres características estructurales de las praderas, tamaño de hoja, densidad de tallos y número de hojas vivas. Así mismo, indica que entre mayor sea el índice de área foliar, mayor será la proporción de radiación incidente interceptada por la masa foliar y durante el rebrote, la tasa de crecimiento del forraje aumenta hasta que el 95 % a 100 % de la luz incidente es interceptada.

La relación hoja-tallo mostró diferencias significativas entre cultivares ($P < 0.05$), presentándose la mayor relación para los cultivares 1 y 4 con respecto a los

cultivares 23, 25 y 18, con valores de 1.445 y 1.353 vs 0.982, 0.836 y 0.647, respectivamente. Lo anterior indica, que valores mayores a la unidad, es decir, mayores a uno, los pesos de hoja con respecto a los del tallo son mayores, lo contrario ocurre cuando los valores son menores a la unidad, donde los pesos de las hojas con respecto al peso del tallo es menor y esta variable puede ser indicador importante como atributo forrajero de los cultivares, debido a que se relaciona significativamente ($P < 0.05$) con la producción de materia verde y seca (Cuadro 2). Lo anterior indica que la proporción hoja-tallo, así como la diversidad entre especies influyen de manera determinante sobre la calidad de la materia seca producida (McCormick *et al.* 2001). En prefloración, los mismos cultivares de frijol yorimón mostraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en la mayoría de las variables de producción de biomasa (Cuadro 7) registradas (AF, PMS, AP, NHP, DT, LG, PFR, PSR, NRP, NRS, NN, DN y PN), excluyendo a PMV, la cual no mostró diferencias estadísticas significativas entre cultivares ($P > 0.05$), contrastando la diferencia entre las etapas prefloración y floración respectivamente. En otro estudio realizado por Daza *et al.* (2003), se encontraron resultados similares en cuanto al peso seco de nódulos, aspecto que se asoció mayormente a la fijación biológica del nitrógeno que a la absorción del mismo.

Fue posible explicar la clasificación de los cinco cultivares en etapa de floración considerando dos variables canónicas en más del 90 % de la variabilidad que se presenta entre ellos (Cuadro 3) a diferencia de la etapa de prefloración donde únicamente se explicó el 65 % de la variabilidad (Cuadro 8), encontrándose en floración, que los cultivares 18 y 25 se caracterizaron por las variables PMV, AP y NHP, tomando en cuenta a la variable canónica 1 (CAN 1) y considerando a la

variable canónica 2 (CAN 2), las variable DT y PMV son las que caracterizan a dichos cultivares. Los cultivares 1 y 4 se caracterizan por PMV, AP y NHP con respecto a la variable CAN 1 y con respecto a la variable CAN 2 las variables PMS, NRP, NRS y RHT. El cultivar 23 se caracteriza por NRS e IAF con respecto a la variable CAN 1 y por las variables DT y PMV con respecto a la variable CAN 2 (Cuadro 4 y Figura 1). En prefloración se encontró que el cultivar 18 se caracteriza por las variables NHP, NRS y PMV considerando a CAN 1, mientras que con CAN 2 lo caracterizan las variables PMV, AF, PSR, NRP y NRS. El cultivar 23 se caracteriza por PMS y AF con respecto a CAN 1 y con respecto a CAN 2 se caracteriza por las variables PMV, AF, PSR, NRP y NRS. Los cultivares 1, 4 y 25 no se caracterizaron por CAN 1 aunque sí por CAN 2 con las variables PMS y NHP (Cuadro 9 y Figura 2), clasificación que identificó de forma diferente a los cultivares debido al método utilizado, las variables empleadas y la magnitud de la variabilidad genética expresada en cada una de las etapas, que se tiene entre los cultivares de frijol yorimón, característica importante en la agricultura y ganadería; siendo esta característica de utilidad para saber si se tiene el atributo forrajero de un cultivar en específico.

Las funciones de producción de materia verde y materia seca, mostraron valores de correlación (r) y determinación (R^2) significativos, donde los cultivares 4 y 23 mostraron los valores más altos para la variable PMV (Cuadros 2 y 5), los cultivares 1 y 23 mostraron los valores más altos de r y R^2 para la variable PMS, mientras que los cultivares 18 y 25 con producciones más altas de materia verde y materia seca, mostraron los coeficientes de correlación y de determinación más bajos pero significativos. Las funciones generales (incluyendo todos los cultivares) de PMV y PMS, mostraron valores de r y de R^2 similares (0.79, 0.81 y 0.63, 0.66,

respectivamente). Las variables que intervienen en las funciones de producción de biomasa (materia verde y materia seca) en etapa de floración utilizando el método no destructivo fueron DT, NRS, NHP y AP, mientras que en prefloración (método destructivo) los coeficientes de correlación y de determinación mostraron un incremento y con ello mejoraron los modelos (Cuadros 5 y 10).

Considerando como referencia los valores de correlación y del coeficiente de determinación; donde se manifiesta el grado de relación que se presenta entre las variables en ambas etapas y específicamente el grado de relación entre las variables dependientes (PMV y PMS) con respecto a las independientes, en ambas etapas se encontró que en los cinco cultivares en prefloración, la variable PMV se correlacionó positiva y significativamente con la mayoría de las variables evaluadas (Cuadro 6), con valores de 0.37 a 0.89, excepto para LR, NN y DN. Los valores de correlación mayores fueron con las variables AF ($r=0.86$), PFR ($r=0.68$) y NHP ($r=0.65$), mientras que el valor menor fue para NRP ($r=0.37$). Resultado similar mostró PMS, difiriendo con PMV por no presentar correlación con PN ($r=0.17$) aunque sí para DN ($r=0.27$). La variable AF mostró una correlación mayor con PMV y PMS con $r=0.86$ y $r=0.83$, respectivamente, por lo que esta variable es una de las principales en la determinación de biomasa y que a su vez se correlacionó también con todas las variables registradas en esta etapa. Sin embargo, en etapa de floración a diferencia de la etapa prefloración no se presentó correlación estadística significativa ($P<0.05$) entre PMV y PMS con NRP e IAF, respectivamente (Cuadro 2).

Las funciones generales de PMV y PMS donde se incluyeron a todos los cultivares, mostraron valores de r y de R^2 similares a los mostrados por cada cultivar en ambos métodos (Cuadros 5 y 10). Las variables incluyentes en las funciones de producción

de biomasa (materia verde y materia seca) en prefloración son AP, AF, NRP, NRS, LR, PFR, PSR y NN, mientras que en floración son DT, NRS, NHP y AP, dado que de forma global, es decir, en todos los cultivares, se encuentran correlacionadas positiva y significativamente con las variables dependientes (PMV y PMS) bajo los dos métodos (destrutivo y no destructivo).

En las variables determinantes de rendimiento de grano se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre cultivares para todas las variables evaluadas (RP, VP, VR, PG, PH, PCS, LS, AS, ES, LV, AV, PV, SV y PSV), registrándose que los cultivares 1 y 18 mostraron los promedios mayores para la variable peso de semilla por planta (PSP) con 21.88 y 21.07 g, respectivamente (Cuadro 12). Resultados similares fueron obtenidos en otras variables como rendimiento ($t\ ha^{-1}$), vainas por planta (VP) y vainas por racimo (VR), donde estos mismos cultivares (1 y 18) mostraron los promedios más altos. Asociado a lo anterior, las variables VR, VP, RP y LV son las que mayormente se correlacionaron significativamente ($P < 0.05$) con la variable PG (Cuadro 11). Resultados equivalentes fueron obtenidos por Díaz *et al.* (2001), Akundabweni *et al.* (1990) y Roquid y Patnaik (1990) quienes también encontraron diferencias en los rendimientos de grano por efecto de cultivar.

Ismail y Hall (2000) encontraron que la producción de grano de cultivares de frijol yorimón se incrementa por efecto de la densidad de siembra, lo cual coincide con los resultados de Ávila *et al.* (2004) quienes además al obtener una función de predicción para producción de grano, encontraron que las variables determinantes de rendimiento de grano que más influyen y se correlacionan significativamente con la

producción de grano son, el número de vainas por planta y el peso de semillas por vaina.

La clasificación de los cultivares considerando variables canónicas fue posible explicar con solo una de estas en más del 90 % de la variabilidad que se presenta entre cultivares (Cuadro 13), encontrándose que los cultivares 1, 4, 18 y 25 se caracterizan por la variable VP, tomando en consideración a la variable canónica 1 (CAN 1) mientras que el cultivar 23 es caracterizado por RP. Considerando a la variable canónica 2 (CAN 2), se presenta de igual manera, ya que la variable VP caracteriza a los cultivares 18, 23 y 25. La variable RP caracteriza al cultivar 1, mientras que el cultivar 4 no se caracteriza por la variable canónica 2 (Cuadro 14, Figura 3). Lo anterior tiene importancia en la selección de cultivares para el propósito de producción de grano, tomando en cuenta la variabilidad genética que se tiene entre los cultivares de frijol yorimón, característica importante en la producción.

Las funciones de producción de grano, mostraron valores de r y R^2 altos y significativos ($P < 0.05$), donde los cultivares 1, 4, 18 y 25, en los cuales se obtuvo función, presentaron valores mayores a 0.90 en r y R^2 , respectivamente (Cuadro 15). Las variables que participan en las funciones de producción de grano son RP, VR, VP, LV y AV. Lo anterior es consecuencia de las altas correlaciones que directa o indirectamente presentan estas variables con respecto a PG. Estos resultados son similares con los obtenidos por Ávila *et al.* (2004) quienes trabajando en la evaluación del efecto de densidad de siembra con un cultivar de frijol yorimón, obtuvieron funciones de producción de grano con valores R^2 de 0.88 y 0.89.

La composición nutrimental del yorimón es fundamental para predecir su rendimiento (García-Hernández *et al.*, 2005). En este estudio se utilizó el análisis químico

proximal y de energía de los cultivares de frijol yorimón en etapa de floración (Cuadro 16). Se presentaron diferencias estadísticas significativas entre cultivares y por efecto de etapa ($P < 0.05$) en los porcentajes y cantidad de unidades de todas las variables evaluadas, materia seca (MS), cenizas, proteína cruda (PC), lípidos, fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN) y energía, presentándose incrementos en los valores promedios de las variables MS, PC, FC, ELN y energía, decrementos en lípidos y cenizas de la etapa de floración a la etapa de vaina tierna, donde también se presentaron diferencias estadísticas significativas en la mayoría de las variables, excepto para MS (Cuadro 17). Resultados similares fueron obtenidos por Chauhan *et al.* (1983); Lodhi *et al.* (1990); Ramírez (1999); Aganga y Tshwenyane (2003) quienes sugieren cosechar en etapa de prefloración con la finalidad de lograr que el forraje cuente con mayor calidad nutricional y en producción la cantidad sea mayor.

El conocimiento del valor nutritivo de alguna planta considerada con posibilidades forrajeras representa ciertas ventajas adicionales al ser integrada información de, 1) forma física en que puede proporcionarse el forraje (Sanz *et al.* 1998), 2) disponibilidad, 3) preferencia (Cora *et al.* 2005), 4) consumo de materia seca (Galina *et al.* 1998; Lou *et al.* 2004f), variación estacional y características ecofisiológicas, ya que con ello se permitirá utilizarla de forma adecuada en el momento propicio y sobre todo acorde a los requerimientos nutritivo-fisiológicos (Hossain *et al.* 2003; Shimada, 2003; Nsahlai *et al.* 2004a; Nsahlai *et al.* 2004b; Lou *et al.* 2004a; Lou *et al.* 2004b; Lou *et al.* 2004c; Lou *et al.* 2004d; Lou *et al.* 2004e; Moore *et al.* 2004; Sahlou *et al.* 2004) de la cabra o de la especie explotada.

Experimento 2

En el presente experimento donde se evaluó el frijol yorimón como forraje, no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) por efecto de tratamientos para las variables evaluadas, peso al nacimiento, peso al destete, ganancia de peso diaria promedio y producción de leche diaria promedio por cabra durante el tercer mes de la lactancia (Cuadro 18). Mellado-Bosque (1991) y Akpa *et al.* (2003) mencionan que la frecuencia de ordeño mejora o incrementa la producción láctea. Bajo el conocimiento de que factores como el tipo de parto y sexo de la cría pueden tener influencia en la respuesta de las variables evaluadas, se registraron y se realizó el análisis correspondiente, en el cual no se encontraron diferencias estadísticas por efecto de sexo de la cría ($P>0.05$) (Cuadro 19). Lo contrario ocurrió con el efecto del tipo de parto, donde se presentaron diferencias significativas ($P<0.05$) entre los partos sencillos y dobles sobre las variables evaluadas (Cuadro 20). Lo anterior indica que los tratamientos en los cuales se utilizó como forraje el heno de frijol yorimón, los resultados mostraron igualdad estadística en las variables evaluadas con respecto a los tratamientos donde se utilizó como forraje el heno de alfalfa. Se ha observado que la cabra bajo condiciones de pastoreo, selecciona libremente su dieta y la calidad del forraje consumido es superior a la del forraje ofrecido y por lo tanto es más acorde a satisfacer sus requerimientos (Fisher *et al.* 1985 citado por Hidalgo *et al.* 1998). Esto es más evidente en pastizales naturales donde el número de especies existentes es abundante (Erni, 1992, citado por Hidalgo *et al.* 1998) quien valorando especies naturales encontró diferencias en los contenidos de proteína bruta entre las especies y el estado fenológico, contrastándose esto en las

pruebas de digestibilidad “*in vitro*” de materia seca y siendo más ricas y digestibles en estado fenológico inicial con respecto al avanzado.

Los resultados del presente estudio coinciden con los obtenidos por Faftine *et al.* (1998) en cuanto a ganancia de peso y rendimiento, utilizando en la alimentación de las cabras forraje de frijol yorimón y otro estudio realizado por Adeloje (1995) con esta misma, menciona que se presentaron consumos apropiados de materia seca, buena conversión alimenticia y alto valor nutritivo (contenido de proteína).

Cuadro 1. Variables fenológicas y determinantes de la producción de biomasa en estadio de floración en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

Variable	Cultivar 1	Cultivar 4	Cultivar 18	Cultivar 23	Cultivar 25
Emergencia (días) ⁺	7	7	9	8	8
Floración (días) ⁺	68	70	82	75	75
Inicio de madurez (días) ⁺	78	80	92	85	85
Madurez total (días) ⁺	85	90	105	95	95
Peso de materia verde (g) *	65.80±18.31 ^c	71.13±16.89 ^c	105.33±34.82 ^a	81.05±20.99 ^{bc}	90.66±14.53 ^{ab}
Peso de materia seca (g) *	10.79±2.96 ^b	10.87±2.48 ^b	16.06±5.99 ^a	11.88±3.11 ^b	13.39±2.84 ^b
Altura de planta(cm) *	34.20±4.36 ^{bc}	32.45±6.24 ^{bc}	44.90±12.16 ^a	29.85±3.91 ^c	35.80±2.50 ^b
Número de hojas *	19.00±4.00 ^a	20.00±4.00 ^a	22.00±8.00 ^a	10.00±3.00 ^b	20.00±4.00 ^a
Peso fresco de hojas (g) *	36.82±10.08 ^a	38.95±8.53 ^a	39.65±12.34 ^a	36.53±10.13 ^a	40.00±6.27 ^a
Peso seco de hojas (g) *	6.24±1.79 ^a	6.18±1.28 ^a	6.01±2.09 ^a	5.78±1.37 ^a	6.01±1.40 ^a
Peso fresco de tallo (g) *	28.90±8.61 ^c	31.62±9.47 ^c	65.68±24.25 ^a	46.02±13.74 ^b	50.66±8.88 ^b
Peso seco de tallo (g) *	4.55±1.46 ^c	4.69±1.31 ^c	10.05±4.24 ^a	6.10±1.88 ^{bc}	7.38±1.66 ^b
Diámetro de tallo (mm) *	6.67±0.68 ^{bc}	6.43±0.74 ^c	8.12±0.66 ^a	7.99±0.87 ^a	7.27±0.53 ^b
Ramificaciones primarias	16.00±3.00 ^a	15.00±3.00 ^{ab}	12.00±2.00 ^{cd}	14.00±3.00 ^{bc}	11.00±2.00 ^d
Ramificaciones secundarias *	10.00±6.00 ^{ab}	10.00±3.00 ^{ab}	12.00±9.00 ^a	5.00±3.00 ^b	10.00±5.00 ^{ab}
Área foliar (cm ²) *	944.85±261.38 ^{bc}	1125.29±216.49 ^{ab}	910.34±304.53 ^c	1060.10±242.5 ^{bc}	1302.95±173.47 ^a
Índice de área foliar *	48.64±6.05 ^{cd}	57.21±8.87 ^{bc}	41.96±6.58 ^d	112.00±24.57 ^a	65.69±7.90 ^b
Relación hoja-tallo *	1.445±0.45 ^a	1.353±0.22 ^a	0.647±0.17 ^c	0.982±0.21 ^b	0.836±0.21 ^{bc}

*Medias en la misma hilera seguidas por diferente literal muestran diferencias significativas ($P < 0.05$).

+Variables no analizadas estadísticamente

Cuadro 2. Correlaciones entre las variables determinantes de la producción de biomasa (materia verde y materia seca) en estadio de floración para cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

	PMS	AP	NHP	PFH	PSH	PFT	PST	DT	NRP	NRS	IAF	RHT
PMV	0.95*	0.24*	0.47*	0.78*	0.67*	0.95*	0.93*	0.69*	-0.16 ^{NS}	0.53*	0.02 ^{NS}	-0.57*
PMS	1.00	0.28*	0.49*	0.75*	0.76*	0.91*	0.94*	0.65*	-0.12 ^{NS}	0.51*	-0.04 ^{NS}	-0.48*
AP		1.00	0.10 ^{NS}	-0.09 ^{NS}	-0.10 ^{NS}	0.36*	0.42*	0.18 ^{NS}	-0.20*	-0.10 ^{NS}	-0.31*	-0.39*
NHP			1.00	0.56*	0.52*	0.33*	0.39*	0.08 ^{NS}	0.05 ^{NS}	0.83*	-0.66*	0.00 ^{NS}
PFH				1.00	0.81*	0.59*	0.59*	0.46*	0.06 ^{NS}	0.65*	-0.00 ^{NS}	-0.19 ^{NS}
PSH					1.00	0.49*	0.51*	0.37*	0.18 ^{NS}	0.52*	0.02 ^{NS}	0.09 ^{NS}
PFT						1.00	0.97*	0.72*	-0.25*	0.38*	0.06 ^{NS}	-0.68*
PST							1.00	0.67*	-0.26*	0.42*	-0.06 ^{NS}	-0.69*
DT								1.00	-0.22*	0.22*	0.28*	-0.57*
NRP									1.00	0.01 ^{NS}	-0.06 ^{NS}	0.47*
NRS										1.00	-0.41*	-0.10 ^{NS}
IAF											1.00	-0.06 ^{NS}
RHT												1.00

PFP = Peso fresco de planta, PSP = Peso Seco de planta, Altura = Altura de planta, NH = Número de hojas de planta, PFH = Peso fresco de hojas, PSH = Peso seco de hojas, DT = Diámetro de tallo, NRP = Número de ramificaciones primarias, NRS = Número de ramificaciones secundarias, IAF = Índice de área foliar, RHT = Relación hoja-tallo, PFT = Peso fresco de tallo y PST = Peso seco de tallo.

* = Diferencia significativa y NS = Diferencia no significativa ($P < 0.05$)

Cuadro 3. Proporción de la varianza explicada por medio de variables canónicas en la producción de biomasa en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] en estadio de floración.

Variable Canónica	Eigenvalor	Diferencia	Proporción	Acumulado
1	6.6666	4.1897	0.6656	0.6656
2	2.4770	1.6267	0.2473	0.9129
3	0.8503	0.8284	0.0849	0.9978
4	0.0219		0.0022	1.0000

Cuadro 4. Proporción de la participación de cada una de las variables determinantes de producción de biomasa en cada variable canónica en la etapa de floración.

Variable *	CAN1	CAN2	CAN3	CAN4
PFP	0.508627	-0.833750	-0.521973	2.899522
PSP	-0.123140	0.865396	0.523516	-2.186740
AP	0.432470	-0.046947	0.337230	0.310788
NHP	0.832406	-0.455829	-1.505296	-0.412028
DT	-0.317365	-0.392103	0.919910	-0.424434
NRP	-0.446996	0.505324	0.403769	0.383093
NRS	-0.584687	0.559146	1.021250	0.213069
IAF	-0.803530	-0.198792	-0.564737	-0.019120
RHT	-0.070060	0.587686	0.309592	0.203215

PFP = Peso fresco de planta, PSP = Peso seco de planta, AP = Altura de planta, NHP = Número de hojas de planta, DT = Diámetro de tallo, NRP = Número de ramificaciones primarias, NRS = Número de ramificaciones secundarias, IAF = Índice de área foliar y RHT = Relación hoja-tallo.

* ($P < 0.05$)

Cuadro 5. Funciones de producción utilizando el método no destructivo para materia fresca y materia seca incluyendo los coeficientes de correlación y determinación en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

Cultivar	Función	Coefficiente de correlación (r) *	Coefficiente de determinación (R ²) *
Cultivar 1 (Paceño)	PMV = - 60.13 + 18.88DT PMS = - 8.95 + 2.11DT+ 0.29NHP	0.70 0.79	0.49 0.63
Cultivar 4 (Cuarenteño)	PMV = - 29.82 + 12.63DT + 1.99NRS PMS = - 6.06 + 2.63DT	0.83 0.78	0.69 0.61
Cultivar 18 (IT90K-277-2)	PMV = -187.99 + 36.14DT PMS = -32.0407 + 5.9268DT	0.68 0.65	0.46 0.42
Cultivar 23 (IT91K-118-20)	PMV = -56.20 + 15.08DT + 3.11NRS PMS = -7.06 + 1.98DT + 0.58NRS	0.82 0.84	0.68 0.71
Cultivar 25 (Sesenteño)	PMV = -39.48+ 17.90DT PMS = -14.51 + 3.84DT	0.66 0.72	0.43 0.52
<i>General</i>	PMV = -12.99 + 2.51DT + 0.28NHP + 0.06AP PMS = -77.76 + 17.78DT+ 1.69NHP	0.79 0.81	0.63 0.66

PMV = Producción de materia verde, PMS =Producción de materia seca; DT =Diámetro de tallo; NHP =Número de hojas; NRS =Número de ramificaciones secundarias y AP =Altura de planta.

* (P<0.05)

Cuadro 6. Correlaciones entre las variables determinantes de la producción de biomasa (materia seca) en la etapa de prefloración en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

	PSP	AP	AF	NHP	NRP	NRS	LR	PFR	PSR	NN	PN	DN
PFP	0.89*	0.54*	0.86*	0.65*	0.37*	0.55*	0.17 ^{NS}	0.68*	0.57*	0.18 ^{NS}	0.26*	0.19 ^{NS}
PSP	1.00	0.57*	0.83*	0.59*	0.48*	0.40*	-0.01 ^{NS}	0.45*	0.37*	0.06 ^{NS}	0.17 ^{NS}	0.27*
AP		1.00	0.37*	0.09 ^{NS}	0.29*	-0.02 ^{NS}	-0.08 ^{NS}	0.27*	0.37*	-0.12 ^{NS}	-0.06 ^{NS}	0.13 ^{NS}
AF			1.00	0.76*	0.46*	0.57*	0.24*	0.59*	0.45*	0.36*	0.44*	0.30*
NHP				1.00	0.43*	0.85*	0.28*	0.45*	0.21*	0.31*	0.47*	0.32*
NRP					1.00	0.14 ^{NS}	0.05 ^{NS}	0.16 ^{NS}	0.26*	0.04 ^{NS}	0.27*	0.18 ^{NS}
NRS						1.00	0.31*	0.45*	0.22*	0.25*	0.37*	0.17 ^{NS}
LR							1.00	0.36*	0.24*	0.48*	0.44*	0.29*
PFR								1.00	0.85*	0.39*	0.33*	-0.01 ^{NS}
PSR									1.00	0.19 ^{NS}	0.15 ^{NS}	-0.06 ^{NS}
NN										1.00	0.77*	0.28* ^S
PN											1.00	0.24*
DN												1.00

PFP = Peso fresco de planta, PSP = Peso seco de planta, AP = Altura de planta, AF = Área foliar, NHP = Número de hojas de planta, NRP = Número de ramificaciones primarias, NRS = Número de ramificaciones secundarias, LR = Longitud de raíz, PFR = Peso fresco de raíz, PSR = Peso seco de raíz, NN = Número de nódulos, PN = Peso de nódulos y DN = Diámetro de nódulos.

* = Diferencia significativa y NS = Diferencia no significativa ($P < 0.05$)

Cuadro 7. Variables determinantes de la producción de biomasa (materia seca) en estadio de prefloración en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

Variable *	Cultivar 1	Cultivar 4	Cultivar 18	Cultivar 23	Cultivar 25
Peso fresco de planta (g)	70.72±37.68 ^a	94.67±35.41 ^a	84.63±51.86 ^a	86.87±38.96 ^a	91.18±44.18 ^a
Peso seco de planta (g)	15.03±7.46 ^{ab}	19.52±7.27 ^a	10.94±7.85 ^b	13.92±5.90 ^{ab}	14.33±44.19 ^{ab}
Altura de planta (cm)	36.37 ±6.52 ^{ab}	41.95±6.86 ^a	33.60±8.35 ^b	42.40±7.98 ^a	34.60±7.05 ^b
Area foliar (cm ²)	703.30±375.18 ^b	1270.60±418.77 ^a	950.80±479.38 ^{ab}	925.80±289.44 ^{ab}	1190.70±5.05 ^a
Número de hojas	14.00±6.00 ^{bc}	19.00±6.00 ^{ab}	22.00±10.00 ^a	8.00±2.00 ^c	17.00±7.46 ^{ab}
Ramificaciones primarias	8.00±4.00 ^{bc}	12.00±2.00 ^a	10.00±3.71 ^{ab}	10.00±2.00 ^{ab}	7.00±3.00 ^c
Ramificaciones secundarias	5.00±5.00 ^b	7.00±4.00 ^b	15.00±8.88 ^a	5.00±2.00 ^b	7.00±6.00 ^b
Longitud de raíz (cm)	24.40±4.02 ^b	31.10±9.00 ^a	33.70±6.04 ^a	28.40±3.79 ^{ab}	32.95±6.09 ^a
Peso fresco de raíz (g)	4.09±2.06 ^b	4.30±1.18 ^b	6.72±3.17 ^a	7.22±2.53 ^a	6.77±2.38 ^a
Peso seco de raíz (g)	1.01±0.71 ^c	1.26±0.46 ^{bc}	1.82±0.85 ^b	2.56±0.77 ^a	1.49±0.67 ^{bc}
Número de nódulos	7.00±6.00 ^c	20.00±15.00 ^b	23.00±11.00 ^b	13.00±7.00 ^{bc}	41.00±23.49 ^a
Peso de nódulos (g)	0.38±0.41 ^c	0.99±0.91 ^{ab}	1.12±0.69 ^a	0.46±0.33 ^{bc}	1.26±0.82 ^a
Diámetro de nódulos (mm)	3.24±1.63 ^{ab}	4.73±1.14 ^a	3.71±0.73 ^{bc}	2.93±0.81 ^c	4.10±0.84 ^{ab}

* Medias en la misma hilera seguidas por diferente literal muestran diferencias significativas ($P<0.05$).

Cuadro 8. Proporción de la varianza explicada por variables canónicas en la producción de biomasa en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] en estadio de prefloración.

Variable canónica	Eigenvalor	Diferencia	Proporción	Acumulado
1	3.98426	1.29371	0.39770	0.39770
2	2.69055	0.42464	0.26856	0.66626
3	2.26591	1.18836	0.22618	0.89244
4	1.07755		0.10756	1.0000

Cuadro 9. Proporción de participación por cada una de las variables determinantes de producción de biomasa en etapa de prefloración en cada una de las variables canónicas.

Variable	CAN1	CAN2	CAN3	CAN4
PFP	1.5882	1.3489	0.9995	0.2398
PSP	-1.4757	-2.6744	-1.3470	0.8365
AP	-0.2544	0.0633	-0.2512	-0.3908
NHP	1.3723	-0.8551	-0.0216	0.5810
AF	-1.6567	0.6578	1.3489	-1.6141
NRP	0.2682	0.5530	-0.7678	-0.4125
NRS	0.7714	0.5573	-0.5757	-0.4900
LR	-0.0425	-0.1269	-0.1155	-0.3760
PFR	-0.2356	0.0823	0.4099	1.3273
PSR	-0.2617	0.9287	-0.4209	-0.5911
NN	0.2096	-0.3471	0.8626	-0.0659
PN	-0.0852	0.0147	-0.3812	0.0427
DN	0.1850	-0.0183	0.1843	-0.3888

PFP = Peso fresco de planta, PSP = Peso seco de planta, AP = Altura de planta, NHP = Número de hojas de planta, AF = Área foliar, NRP = Número de ramificaciones primarias, NRS = Número de ramificaciones secundarias, LR = Longitud de raíz, PFR = Peso fresco de raíz, PSR = Peso seco de raíz, NN = Número de nódulos, PN = Peso de nódulos y DN = Diámetro de nódulos.

Cuadro 10. Funciones de producción utilizando el método destructivo para materia verde y materia seca y coeficientes de correlación y determinación en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

Cultivar	Función	Coefficiente de correlación (r) *	Coefficiente de determinación (R^2) *
Cultivar 1 (Paceño)	PMV = $-31.13+0.08 AF + 1.14 P$	0.95	0.91
	PMS = $1.60+0.02 AF$	0.96	0.92
Cultivar 4 (Cuarenteño)	PMV = $-42.65+4.96 NRS+1.59 AP+ 8.20 PFR$	0.94	0.89
	PMS = $3.95+1.00NRS + 6.70 PSR$	0.91	0.82
Cultivar 18 (IT90K-277-2)	PMV = $-13.80+4.00NRS+20.86 PSR$	0.92	0.84
	PMS = $-2.00+0.01 AF-0.50 NRP+2.12 PSR$	0.95	0.91
Cultivar 23 (IT91K-118-20)	PMV = $-69.82+0.11AF+1.34 AP$	0.97	0.94
	PMS = $-8.99-0.01AF+0.20 AP$	0.93	0.86
Cultivar 25 (Sesenteño)	PMV = $5.06+ 0.07 AF$	0.94	0.88
	PMS = $-0.32+0.01 AF$	0.95	0.91
General	PMV = $-38.93+0.05 AF+1.30 AP+4.16 PFR-0.03 NN+79 NRS$	0.93	0.86
	PMS = $-1.76+0.013 AF+0.22 AP-0.07 NN-0.13 LR$	0.90	0.81

PMV = Producción de materia verde, PMS = Producción de materia seca, AF = Área foliar, AP =Altura de planta, NRS = Número de ramificaciones secundarias, PSR = Peso seco de raíz, NRP = Número de ramificaciones primarias, PFR = Peso fresco de raíz, LG = Longitud de raíz y NN = Número de nódulos. * ($P<0.05$).

Cuadro 11. Correlaciones entre las variables determinantes de la producción de grano en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

	VP	VR	PG	PH	PCS	LS	AS	ES	LV	AV	PV	SV	PSV
RP	0.86*	-0.03 ^{NS}	0.58*	-0.18 ^{NS}	0.47*	0.06 ^{NS}	0.03 ^{NS}	-0.14 ^{NS}	0.11 ^{NS}	-0.25 ^{NS}	-0.14 ^{NS}	-0.37 ^{NS}	-0.07 ^{NS}
VP	1.00	0.47*	0.79*	-0.05 ^{NS}	0.52*	0.10 ^{NS}	0.08 ^{NS}	0.20 ^{NS}	-0.32 ^{NS}	-0.25 ^{NS}	-0.42 ^{NS}	-0.54*	-0.12 ^{NS}
VR		1.00	0.50*	0.17 ^{NS}	0.21 ^{NS}	0.11 ^{NS}	0.08 ^{NS}	0.67*	-0.83*	-0.07 ^{NS}	-0.66*	-0.49*	-0.17 ^{NS}
PG			1.00	-0.21 ^{NS}	0.70*	0.30 ^{NS}	0.46*	0.47*	-0.55*	0.16 ^{NS}	-0.17 ^{NS}	-0.29 ^{NS}	0.36 ^{NS}
PH				1.00	-0.63*	-0.69*	-0.57*	-0.45*	-0.10 ^{NS}	-0.77*	-0.07 ^{NS}	0.44*	-0.40 ^{NS}
PCS					1.00	0.68*	0.68*	0.59*	-0.31 ^{NS}	0.52*	-0.12 ^{NS}	-0.51*	0.46*
LS						1.00	0.78*	0.61*	-0.20 ^{NS}	0.56*	-0.09 ^{NS}	-0.51*	0.33 ^{NS}
AS							1.00	0.53*	-0.25 ^{NS}	0.70*	0.20 ^{NS}	-0.16 ^{NS}	0.66*
ES								1.00	-0.77*	0.55*	-0.45*	-0.53*	0.26 ^{NS}
LV									1.00	-0.05 ^{NS}	0.59*	0.27 ^{NS}	-0.03 ^{NS}
AV										1.00	0.30 ^{NS}	-0.11 ^{NS}	0.67*
PV											1.00	0.67*	0.67*
SV												1.00	0.34 ^{NS}
PSV													1.00

RP = Número de racimos por planta, VP = Número de vainas por planta, VR = Número de vainas por racimo, PG = Peso de grano, PH = Peso hectolítrico, PCS = Peso de cien semillas, LS = Longitud de semilla, AS = Ancho de semilla, ES = Espesor de semilla, LV = Longitud de vaina, AV = Ancho de vaina, PV = Peso de vaina, SV = Semillas por vaina y PSV = Peso de semilla por vaina

* = Diferencia significativa y NS = Diferencia no significativa (P < 0.05)

Cuadro 12. Variables determinantes de rendimiento de grano en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

Variables *	Cultivar 1	Cultivar 4	Cultivar 18	Cultivar 23	Cultivar 25
Peso Vaina Completa (kg)	3.51±0.53 ^a	2.73±0.679 ^b	3.16±0.43 ^{ab}	2.71±0.39 ^b	2.53±0.25 ^b
Peso Total de Semilla (Kg)	2.62±0.34 ^a	2.13±0.50 ^{ab}	2.53±0.40 ^a	1.65±0.23 ^b	1.71±0.16 ^b
Peso de Vaina (kg)	0.89±0.07 ^a	0.60±0.11 ^b	0.63±0.13 ^b	1.06±0.40 ^a	0.82±0.17 ^{ab}
Peso Hectolitrito (Kg.)	0.66±8.99 ^d	0.69±15.60 ^c	0.75±6.52 ^a	0.72±3.27 ^b	0.72±10.55 ^b
Peso de Cien Semillas (g)	27.30±1.15 ^a	21.10±0.83 ^b	21.03±1.18 ^b	19.15±0.66 ^{bc}	17.40±0.58 ^c
Peso de semilla por planta (g)	21.88±2.88 ^a	17.74±4.20 ^{ab}	21.07±3.33 ^a	13.76±1.92 ^b	14.23±1.33 ^b
Número Total de Semillas (miles)	2.45±0.04 ^d	3.32±0.14 ^c	3.43±0.10 ^c	3.74±0.10 ^b	4.14±0.04 ^a
Peso Promedio de Semilla (g)	0.27±0.01 ^a	0.21±0.01 ^c	0.22±0.01 ^b	0.19±0.01 ^d	0.17±0.00 ^e
Rendimiento (ton ha ⁻¹)	2.72±0.35 ^a	2.22±0.52 ^{ab}	2.63±0.42 ^a	1.72±0.24 ^b	1.78±0.16 ^b
Longitud de Semilla (mm)	11.27±0.69 ^a	10.36±0.89 ^{ab}	9.08±0.25 ^b	9.12±1.57 ^b	8.96±0.24 ^b
Ancho de Semilla (mm)	6.98±0.22 ^a	6.35±0.50 ^{ab}	6.32±0.10 ^b	5.92±0.32 ^b	6.29±0.19 ^b
Espesor de Semilla (mm)	5.82±0.19 ^b	6.24±0.08 ^a	5.56±0.23 ^c	4.68±0.18 ^e	4.99±0.11 ^d
Vainas por Planta	13.66±1.99 ^a	12.35±2.48 ^a	14.20±1.22 ^a	12.71±2.16 ^a	8.83±1.28 ^b
Vainas por Racimo	1.46±0.03 ^b	1.72±0.05 ^a	1.71±0.08 ^a	1.41±0.04 ^{bc}	1.34±0.03 ^c
Racimos por Planta	9.35±1.23 ^a	7.17±1.25 ^{bc}	8.31±0.60 ^{bc}	9.03±1.72 ^{ab}	6.59±1.02 ^c
Semillas por Vaina	9.63±0.43 ^b	8.43±1.39 ^c	11.36±0.70 ^b	9.93±0.92 ^{bc}	14.35±0.59 ^a
Longitud de Vaina (cm)	18.92±0.52 ^c	16.61±0.46 ^d	15.51±1.00 ^d	23.10±1.42 ^a	21.04±0.49 ^b
Ancho de Vaina (mm)	9.33±0.40 ^a	8.87±0.15 ^a	8.69±0.10 ^a	7.78±0.68 ^b	7.78±0.20 ^b

*Medias en la misma hilera seguidas por la misma literal no difieren significativamente ($P<0.05$).

Cuadro 13. Proporción de la varianza explicada por medio de variables canónicas en la producción de grano en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

Variable canónica	Eigenvalor	Diferencia	Proporción	Acumulado
1	5554.564	5249.930	0.9411	0.9411
2	304.633	273.676	0.0516	0.9927
3	30.957	18.612	0.0052	0.9979
4	12.345		0.0021	1.0000

Cuadro 14. Proporción de participación de cada variable determinante de rendimiento de grano en cada variable canónica.

Variable *	CAN1	CAN2	CAN3	CAN4
Racimos por planta	-136.359	-36.137	12.523	0.591
Vainas por planta	130.235	39.097	-12.710	-0.603
Vainas por racimo	-41.596	-6.650	3.094	0.410
Peso de grano (g)	7.290	0.939	0.587	-0.989
Peso hectolítrico	-10.763	-0.837	0.110	0.360
Peso de cien semillas (g)	12.474	-2.079	-0.332	0.934
Longitud de semilla (mm)	-24.581	-1.591	1.108	-0.870
Ancho de semilla (mm)	21.566	1.049	-0.905	1.068
Espesor de semilla (mm)	11.704	5.393	0.082	-0.637
Longitud de vaina (cm)	-9.962	-0.301	0.233	-0.569
Ancho de vaina (mm)	-16.443	-1.836	1.196	-1.092
Peso de vaina (g)	17.732	3.377	-1.253	0.509
Semillas por vaina	13.120	4.649	-0.697	-0.385
Peso semilla por vaina (g)	-23.376	-6.665	1.281	0.128

* ($P < 0.05$)

Cuadro 15. Funciones de variables determinantes de rendimiento de grano, coeficientes de correlación y determinación en cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

Cultivar	Función	Coeficiente de correlación (<i>r</i>) *	Coeficiente de determinación (<i>R</i> ²) *
Cultivar 1 (Paceño)	PG = 1.549 + 279.71RP	0.99	0.99
Cultivar 4 (Cuarenteño)	PG = -15874.86 + 13796.72 VR – 340.58 LV	0.99	0.99
Cultivar 18 (IT90K-277-2)	PG = -1948.34 + 315.21 VP	0.96	0.92
Cultivar 23 (IT91K-118-20)	Sin función		
Cultivar 25 (Sesenteño)	PG = 638.31 + 121.10 VP	0.97	0.95
General	PG = -1031.74 + 158.74 VP – 48.71 LV +250.29 AV	0.91	0.83

PG = Producción de grano; RP = Racimos por planta; VR = Vainas por racimo; LV = Longitud de vaina; VP = Vainas por planta y AV = Ancho de vaina. * (*P*<0.05).

Cuadro 16. Contenido nutrimental de cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] en estadio de floración.

Variables *	Cultivar 1	Cultivar 4	Cultivar 18	Cultivar 23	Cultivar 25
Materia seca (%)	16.74±1.84 ^b	17.66±0.84 ^{ab}	18.18±2.01 ^a	17.66±0.20 ^{ab}	16.50±1.09 ^b
Cenizas (%)	17.94±1.08 ^b	18.43±0.77 ^b	22.85±2.14 ^a	16.10±1.13 ^c	15.79±0.72 ^c
Proteína (%)	13.36±0.77 ^a	13.78±0.56 ^a	11.40±1.40 ^b	14.20±1.73 ^a	13.93±0.64 ^a
Lípidos (%)	2.30±0.54 ^c	3.20±0.36 ^a	1.26±0.46 ^d	2.76±0.36 ^b	3.18±0.39 ^a
Fibra cruda (%)	12.30±0.86 ^b	10.13±0.40 ^c	14.56±0.89 ^a	9.46±0.32 ^c	11.82±1.25 ^b
Extracto libre de nitrógeno (%)	54.10±0.29 ^b	54.46±1.72 ^b	49.93±2.88 ^c	57.47±2.49 ^a	55.18±0.87 ^b
Energía (cal/g)	4057.34±24.54 ^b	4119.15±15.59 ^a	4027.13±40.40 ^c	4112.66±6.89 ^a	4115.12±8.75 ^a

*Medias en la misma hilera seguidas por la misma literal no difieren significativamente (*P*<0.05).

Cuadro 17. Contenido nutrimental de 5 cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] en estadio de vaina tierna (envaine).

Variables *	Cultivar 1	Cultivar 4	Cultivar 18	Cultivar 23	Cultivar 25
Materia seca (%)	19.18±1.94 ^a	18.43±1.45 ^a	17.84±0.80 ^a	19.30±0.82 ^a	19.17±1.30 ^a
Cenizas (%)	10.62±0.47 ^b	10.44±0.25 ^b	10.30±0.19 ^b	11.39±0.73 ^a	11.28±0.69 ^a
Proteína cruda (%)	15.58±0.78 ^b	15.08±0.61 ^b	18.81±1.22 ^a	15.47±2.59 ^b	16.09±1.28 ^b
Lípidos (%)	1.85±0.19 ^{cd}	2.08±0.41 ^c	1.68±0.31 ^d	2.64±0.28 ^b	3.60±0.41 ^a
Fibra cruda (%)	14.79±1.07 ^a	13.15±1.58 ^b	9.38±0.35 ^c	12.75±1.96 ^b	13.88±0.95 ^{ab}
Extracto libre de nitrógeno (%)	57.15±2.16 ^c	59.16±1.54 ^{ab}	59.71±1.72 ^a	57.82±0.47 ^{bc}	55.13±1.58 ^d
Energía (cal/g)	4607.18±27.02 ^b	4565.39±116.55 ^b	4784.75±143.19 ^a	4056.59±38.91 ^c	4686.49±211.26 ^{ab}

*Medias en la misma hilera seguidas por la misma literal no difieren significativamente ($P<0.05$).

Cuadro 18.- Respuesta de las variables peso al nacimiento, ganancia de peso promedio diaria, peso al destete y producción de leche en el tercer mes de lactancia en cabras criollas alimentadas con forraje henificado y picado de frijol yorimón (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) y heno de alfalfa (*Medicago sativa* L.).

Variable *	Tratamiento	T ₁ =Cultivar 18 (IT90K-277-2) (n=7-11)	Coeficiente de variación (%)	T ₂ =Cultivar 25 (Sesenteño) (n=7-8)	Coeficiente de variación (%)	T ₃ =Alfalfa (n=5-5)	Coeficiente de variación (%)
Peso al nacimiento (kg)		2.973±0.347 ^a	11.66	2.900±0.463 ^a	15.96	3.240±0.163 ^a	15.59
Días al destete		55±6	11.54	57±7	11.63	50±6	11.57
Peso al destete (kg)		9.886±1.523 ^a	15.40	10.925±3.057 ^a	27.99	11.140±1.760 ^a	15.80
Ganancia diaria de peso (g)		125.52±23.43 ^a	18.67	138.60±40.89 ^a	29.50	158.22±28.96 ^a	18.30
Producción láctea promedio (mL)		752.76±158.51 ^a	21.01	613.31±239.89 ^a	39.11	621.37±132.97 ^a	21.30

*Medias en la misma hilera seguidas por la misma literal no difieren significativamente ($P>0.05$); n=cabras-cabritos.

Cuadro 19.- Efecto de sexo de la cría sobre peso al nacimiento, ganancia diaria de peso y peso al destete en cabras criollas alimentadas con forraje henificado y picado de frijol yorimón (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) y heno de alfalfa (*Medicago sativa* L.).

Variable *	Sexo	Macho (n=10)	Coefficiente de variación (%)	Hembra (n=14)	Coefficiente de variación (%)
Peso al nacimiento (kg)		3.10±0.379 ^a	12.22	2.86±0.523 ^a	18.29
Días al destete		54±7	12.64	55±7	12.07
Peso al destete (kg)		10.125±1.870 ^a	18.49	10.725±2.398 ^a	22.29
Ganancia diaria de peso (g/d)		133.42±23.66 ^a	17.33	139.03±38.27 ^a	27.53

* Medias en la misma hilera seguidas por la misma literal no difieren significativamente ($P>0.05$).

Cuadro 20.- Efecto de tipo de parto sobre peso al nacimiento, ganancia diaria de peso promedio, peso al destete y producción de leche durante el tercer mes de lactancia en cabras criollas alimentadas con forraje henificado y picado de frijol yorimón (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) y heno de alfalfa (*Medicago sativa* L.).

Variable *	Tipo de parto	Sencillo (n=15)	Coefficiente de variación (%)	Doble (n=9)	Coefficiente de variación (%)
Peso al nacimiento (kg)		3.160±0.458 ^a	14.49	2.740±0.313 ^b	11.42
Días al destete		55±7	13.56	55±6	9.92
Peso al destete (kg)		11.246±2.31 ^a	20.52	9.238±1.19 ^b	12.94
Ganancia de peso diaria (g)		147.53±33.8 ^a	22.93	118.63±21.08 ^b	17.77
Producción láctea diaria (mL)		634.2±46.54 ^a	7.34	788.1±92.97 ^a	11.79

*Medias en la misma hilera seguidas por la misma literal no difieren significativamente ($P>0.05$). n= número de partos.

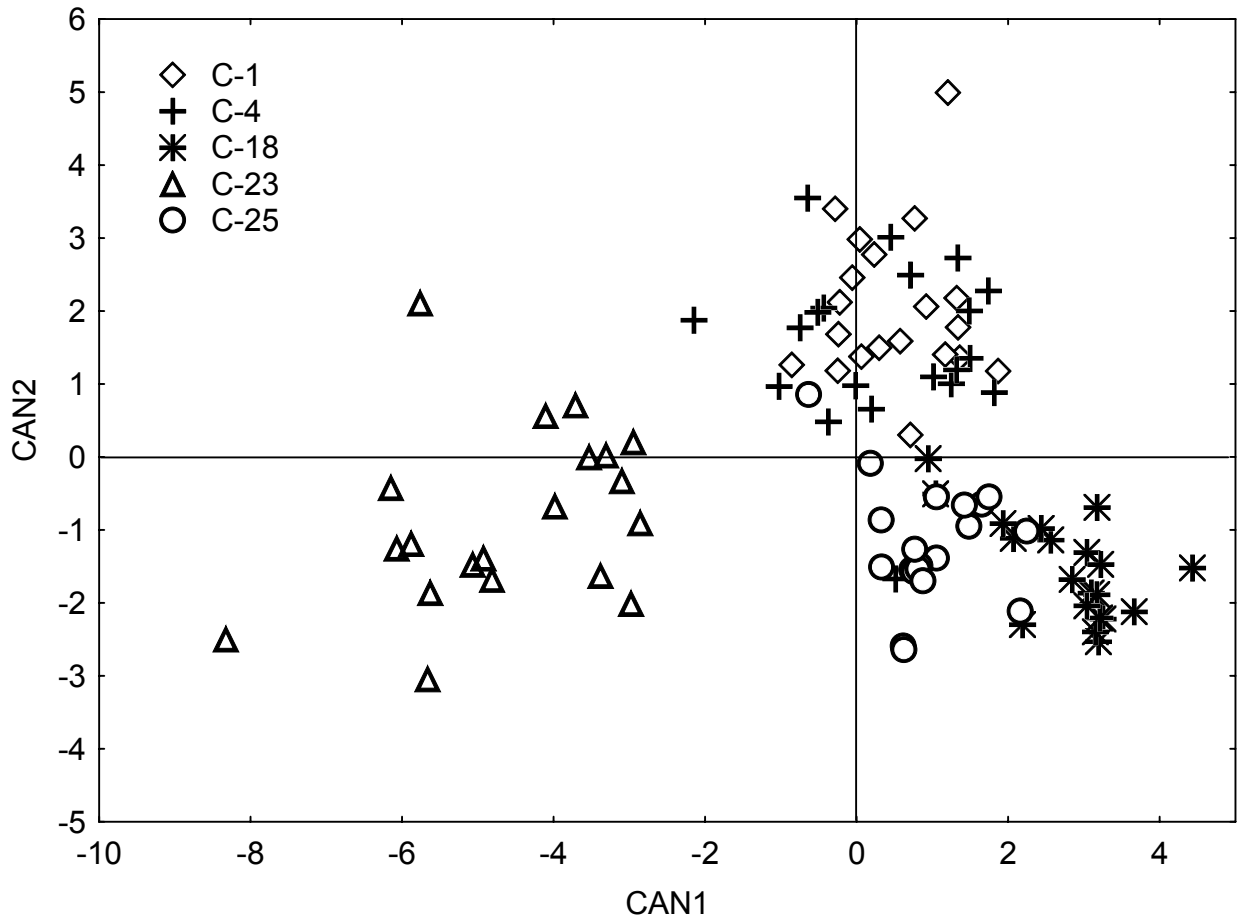


Figura 1. Utilización del método de variables canónicas para caracterizar y determinar la variabilidad de cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] en estadio de floración.

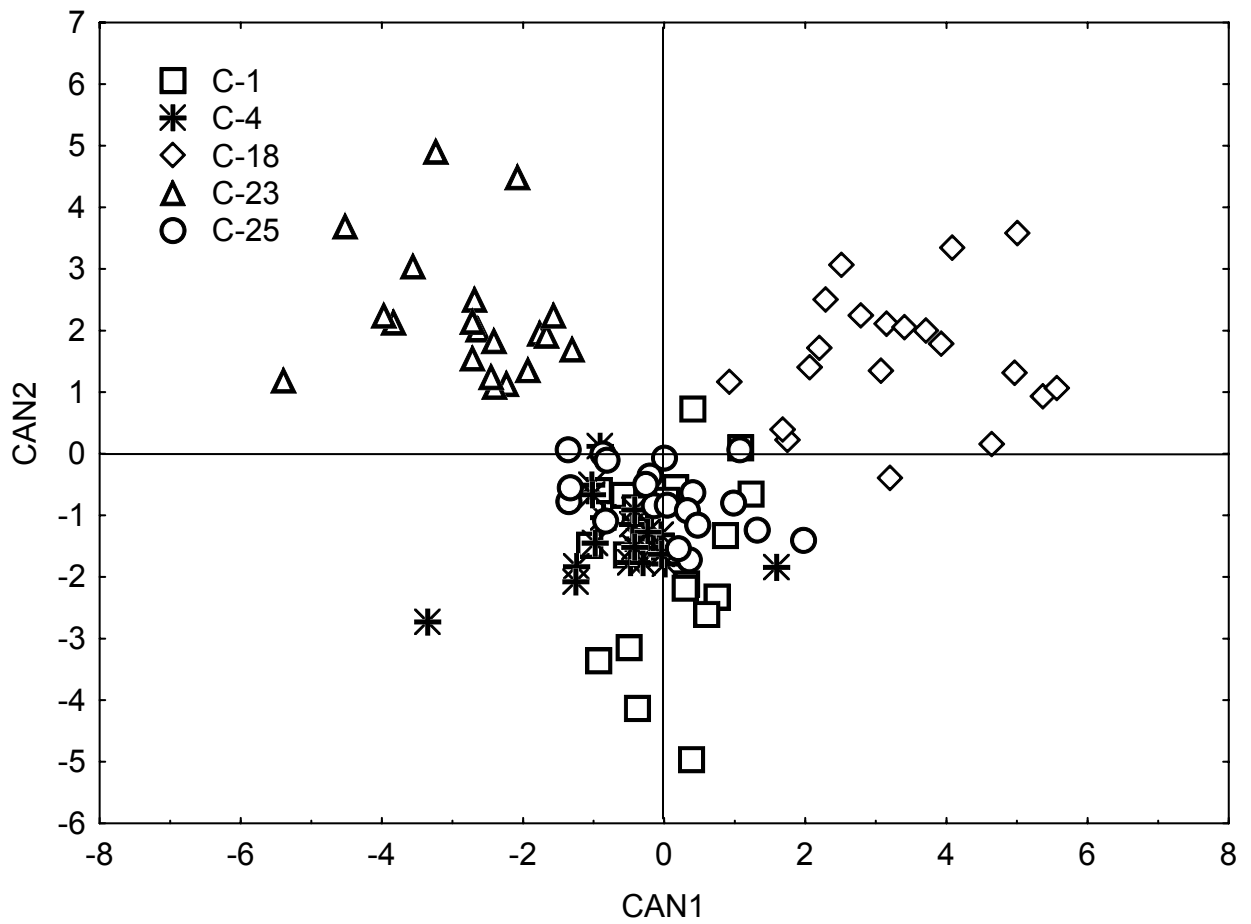


Figura 2. Utilización del método de variables canónicas para caracterizar y determinar la variabilidad de cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] en estado de prefloración.

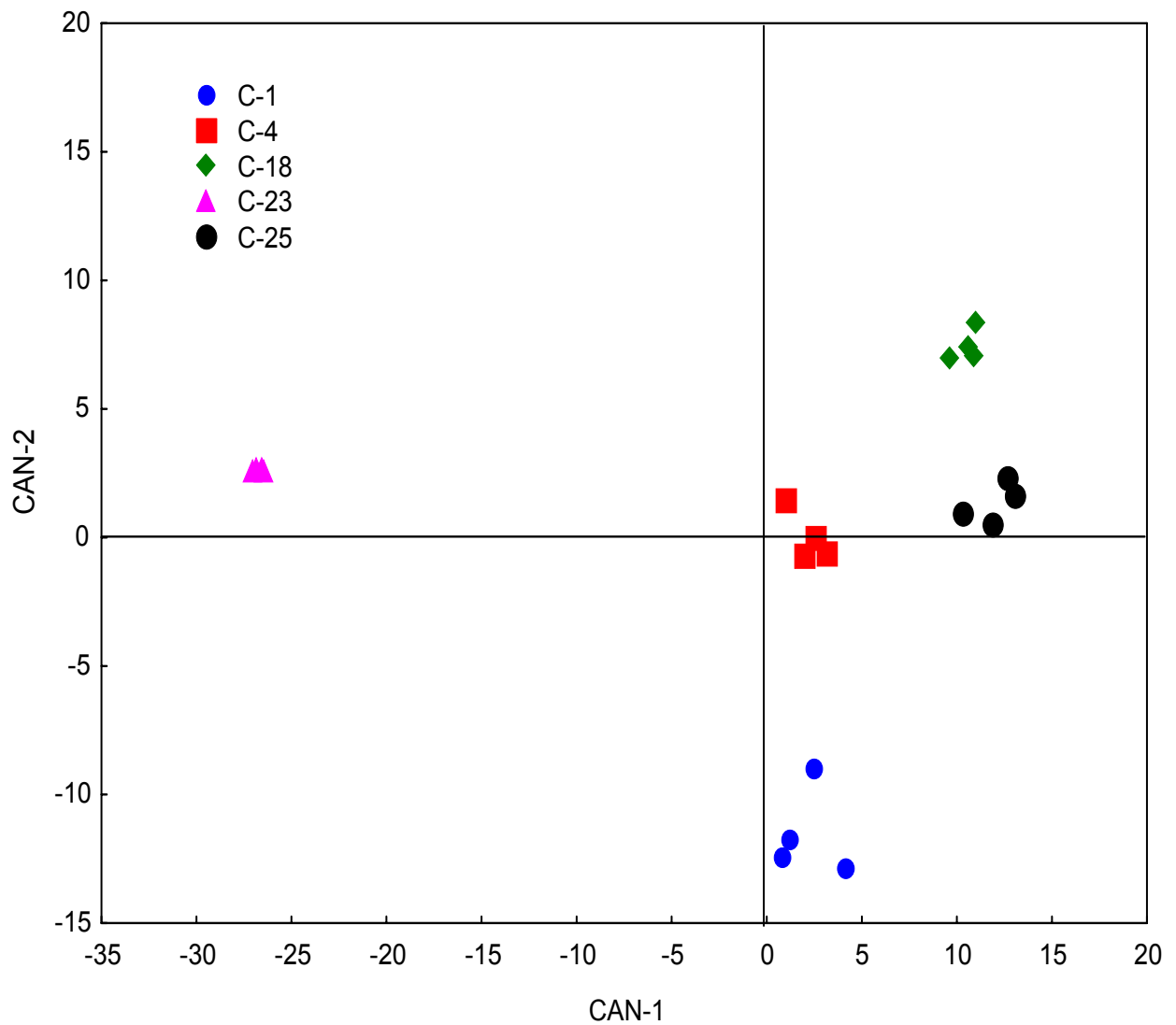


Figura 3. Utilización del método de variables canónicas para caracterizar y determinar la variabilidad del rendimiento de grano de cinco cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].

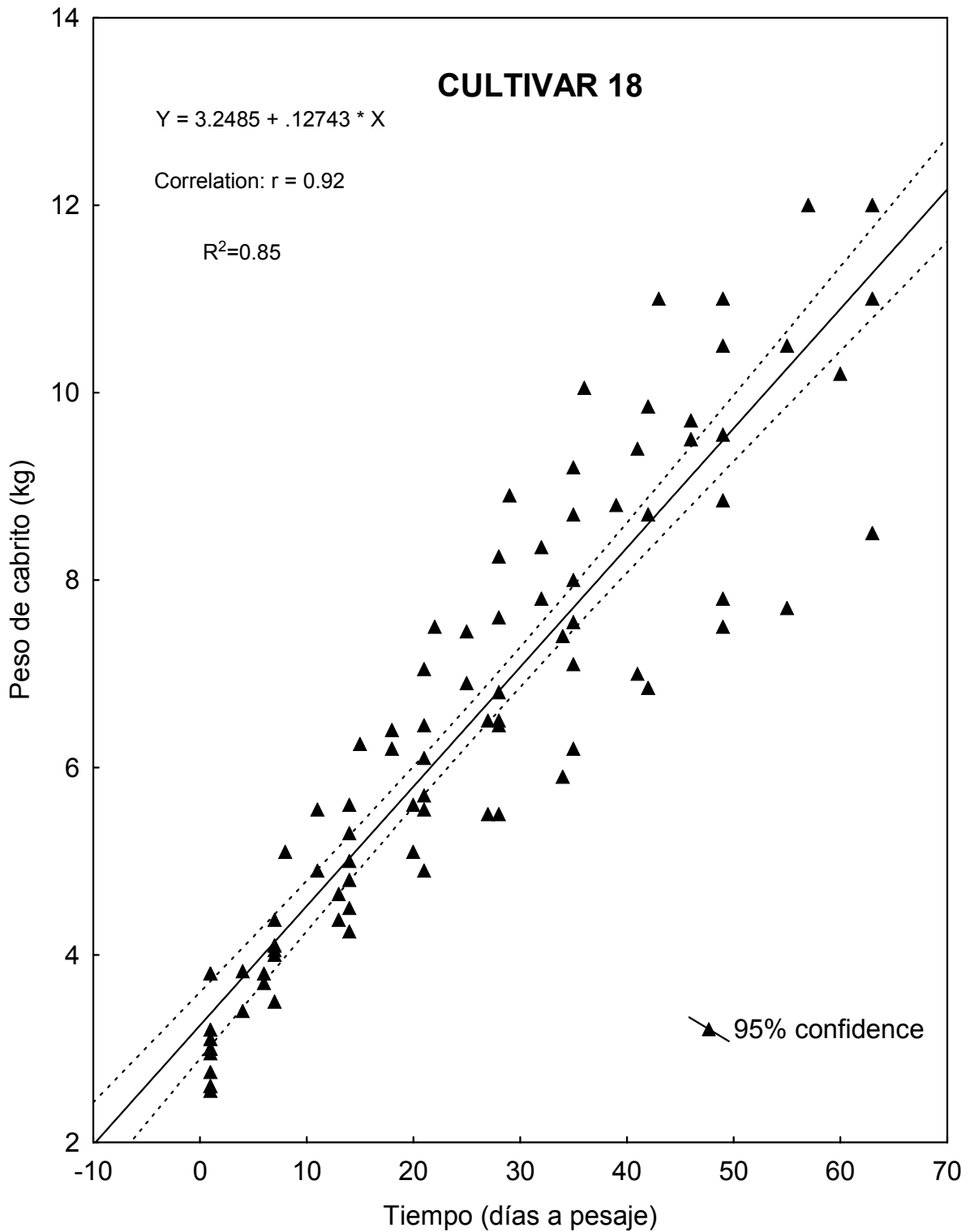


Figura 4. Efecto del heno de frijol yorimón (Cultivar 18) como fuente principal de forraje en el crecimiento de cabritos de cabras criollas.

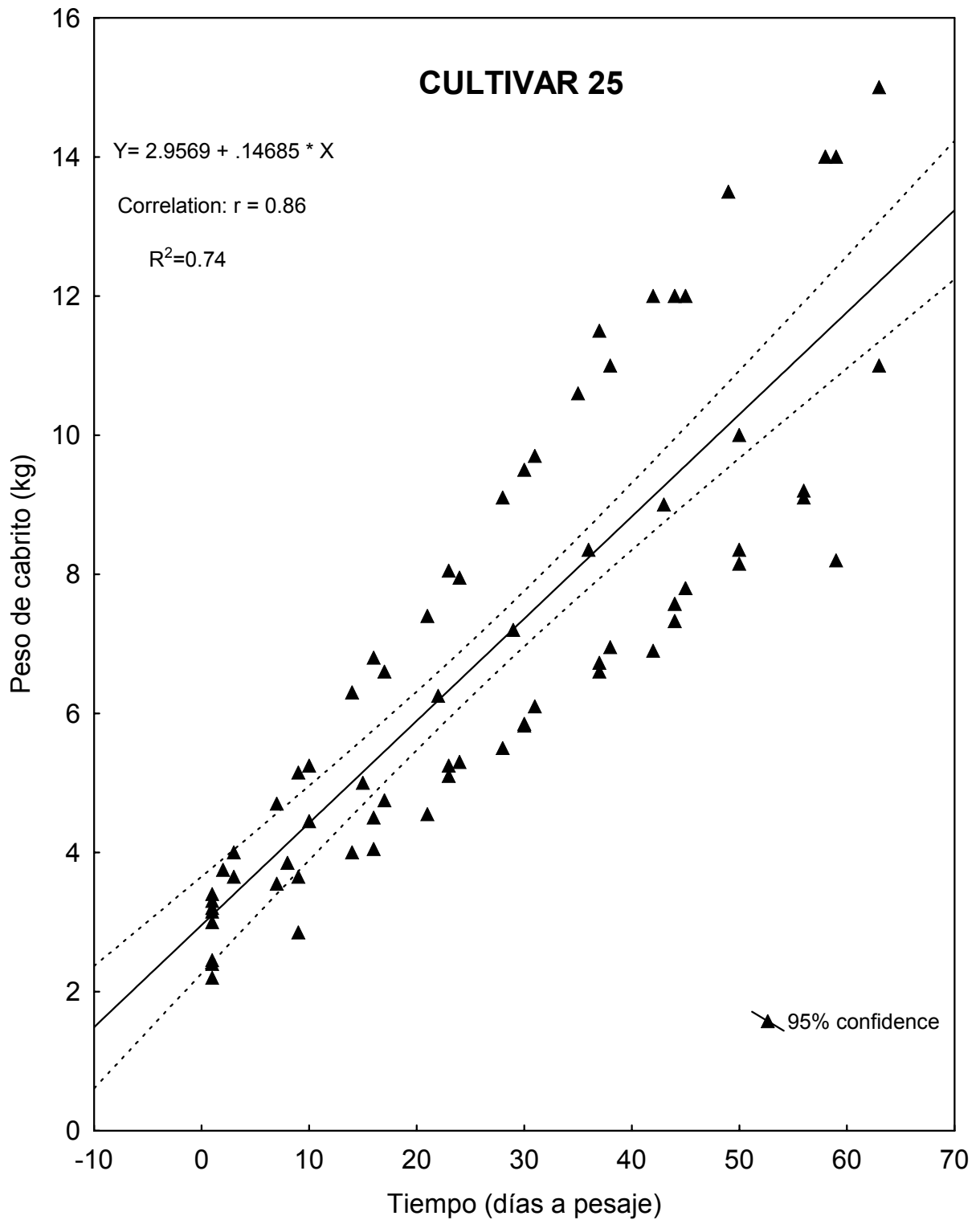


Figura 5. Efecto del heno de frijol yorimón (Cultivar 25) como fuente principal de forraje en el crecimiento de cabritos de cabras criollas.

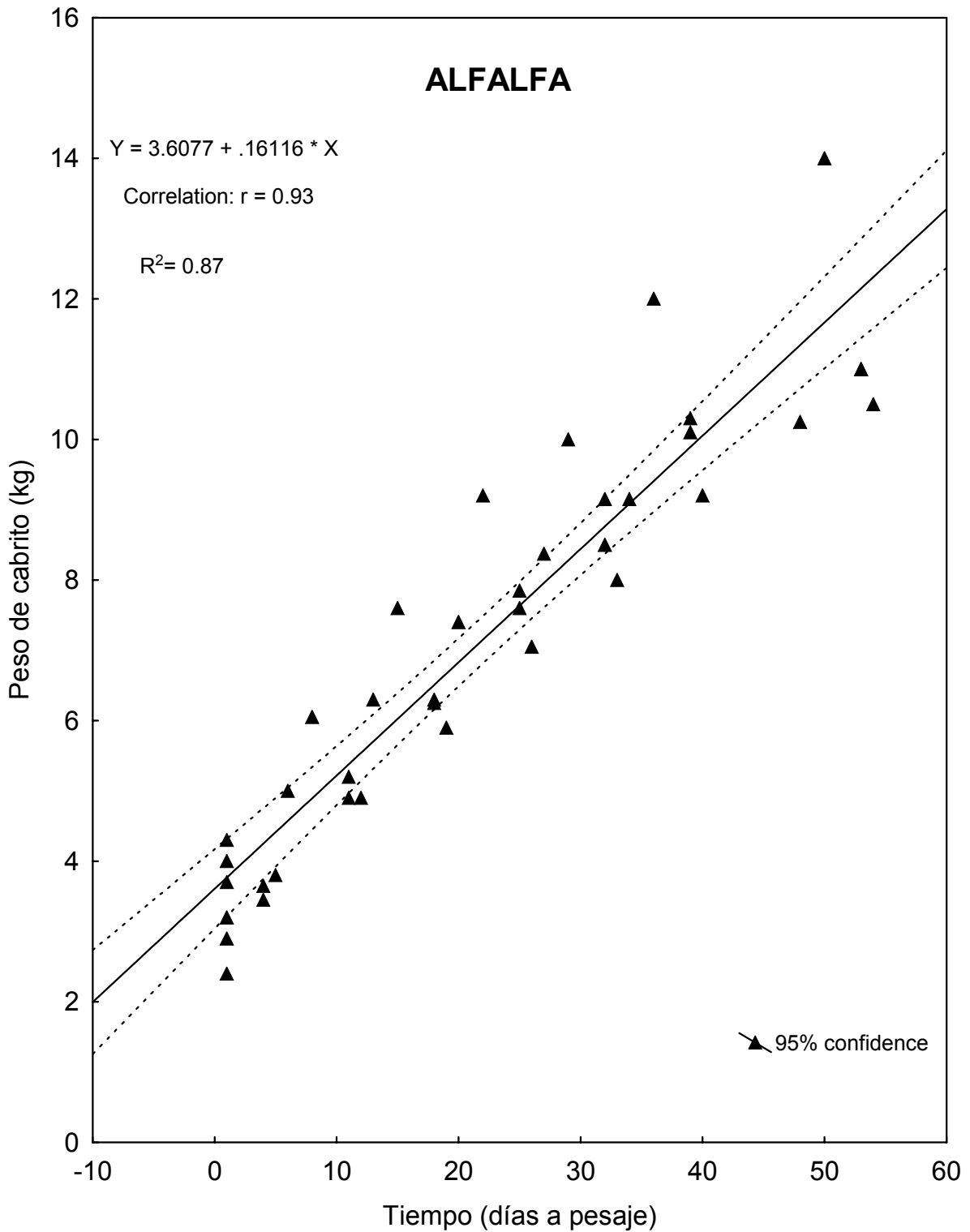


Figura 6. Efecto del heno de alfalfa como fuente principal de forraje en el crecimiento de cabritos de cabras criollas.

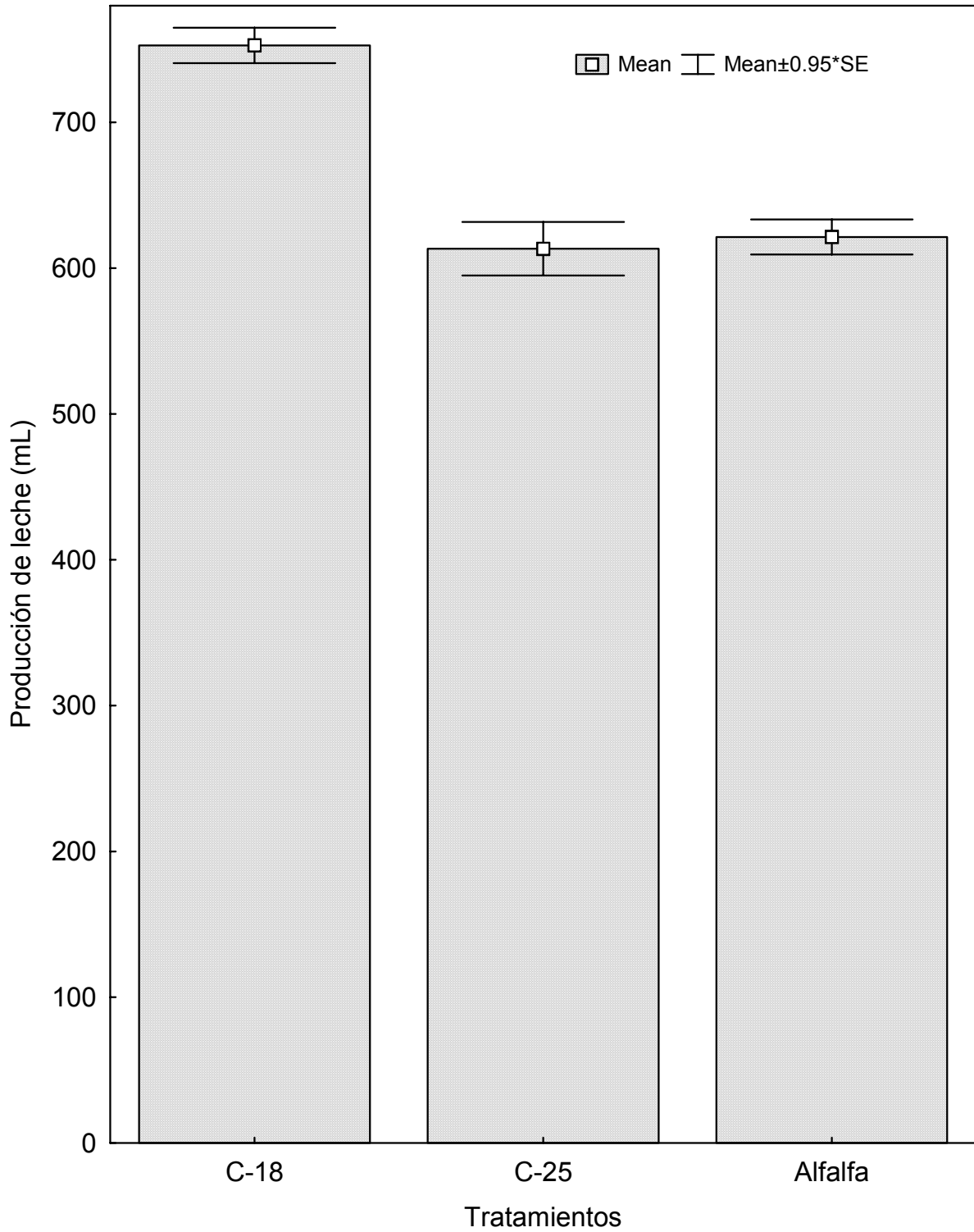


Figura 7. Efecto del heno de frijol yorimón y heno de alfalfa como fuente principal de forraje en la producción de leche de cabras criollas.

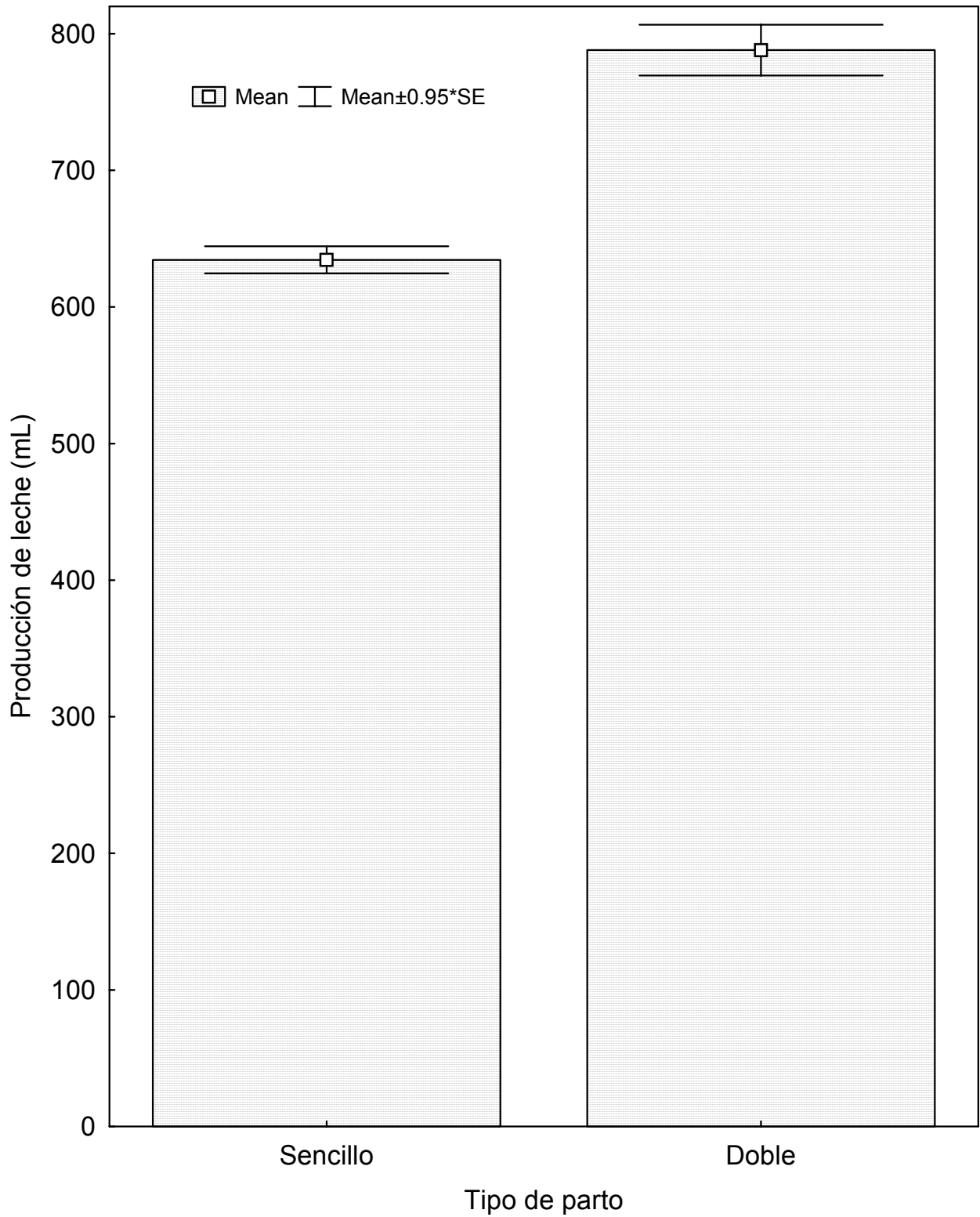


Figura 8. Efecto de tipo de parto sobre la producción de leche durante el tercer mes de lactancia (postdestete) en cabras criollas.

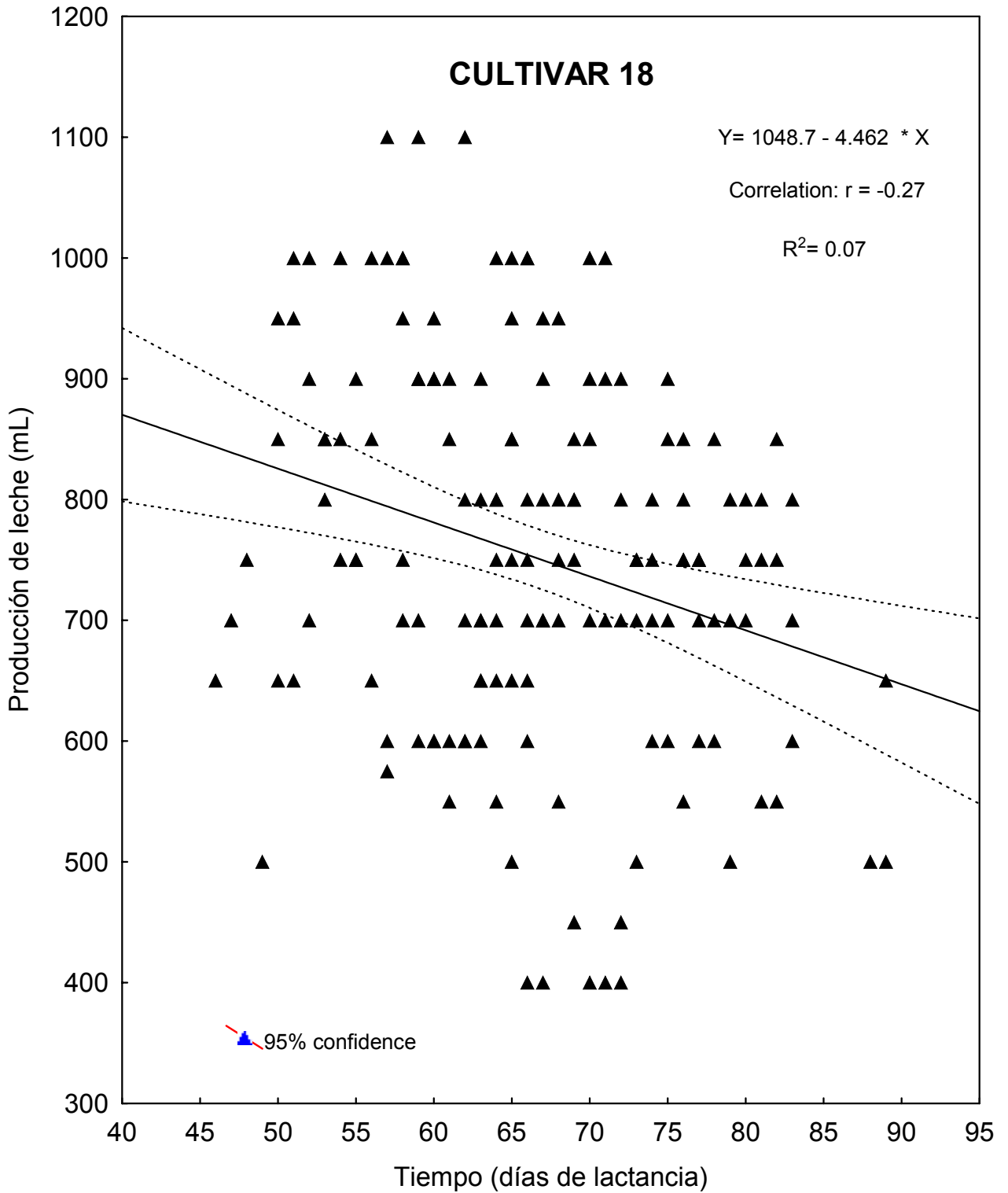


Figura 9. Efecto del heno de frijol yorimón (Cultivar 18) como fuente principal de forraje en la producción de leche durante el tercer mes de lactancia (postdestete) en cabras criollas.

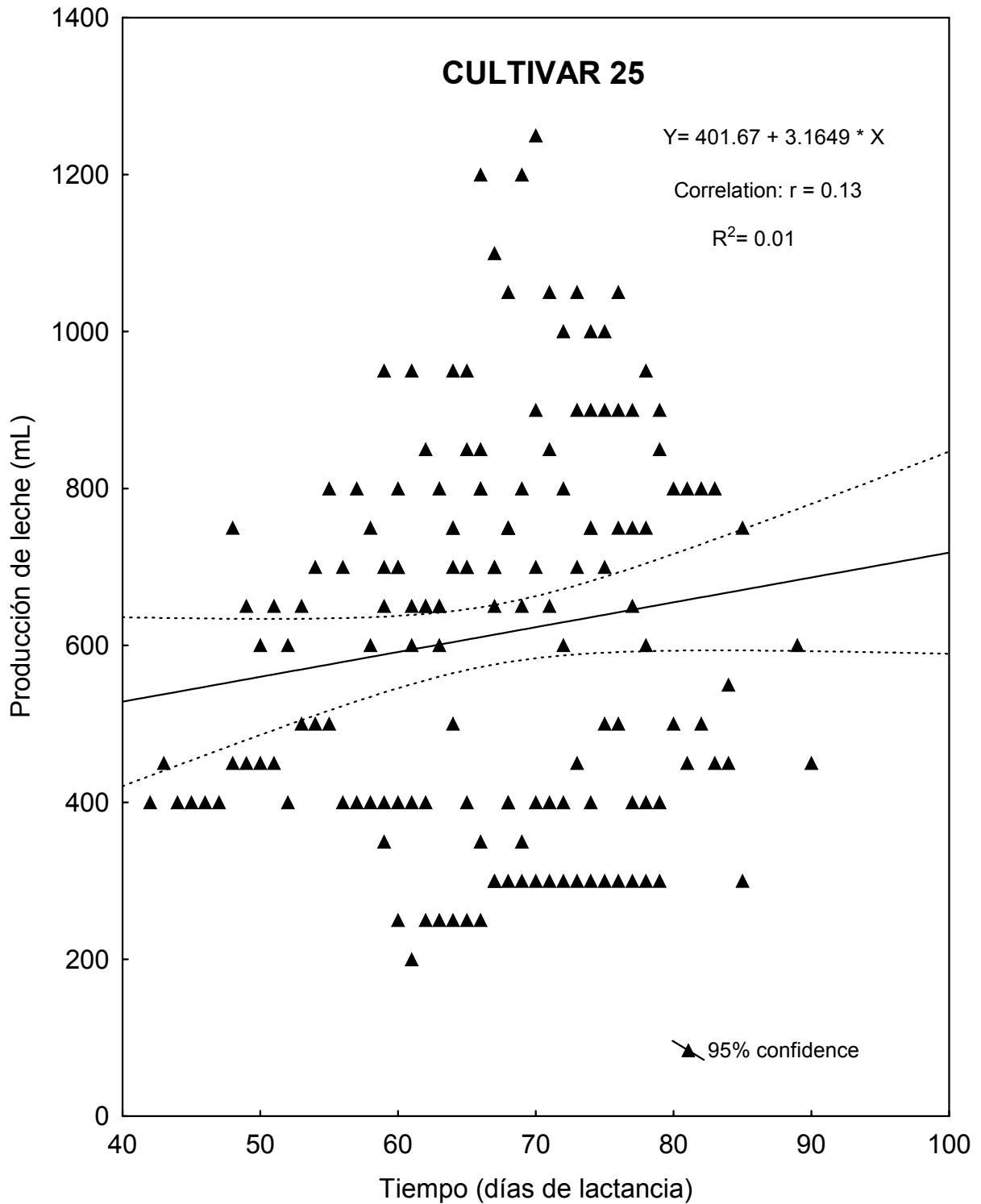


Figura 10. Efecto del heno de frijol yorimón (Cultivar 25) como fuente principal de forraje en la producción de leche durante el tercer mes de lactancia (postdestete) en cabras criollas.

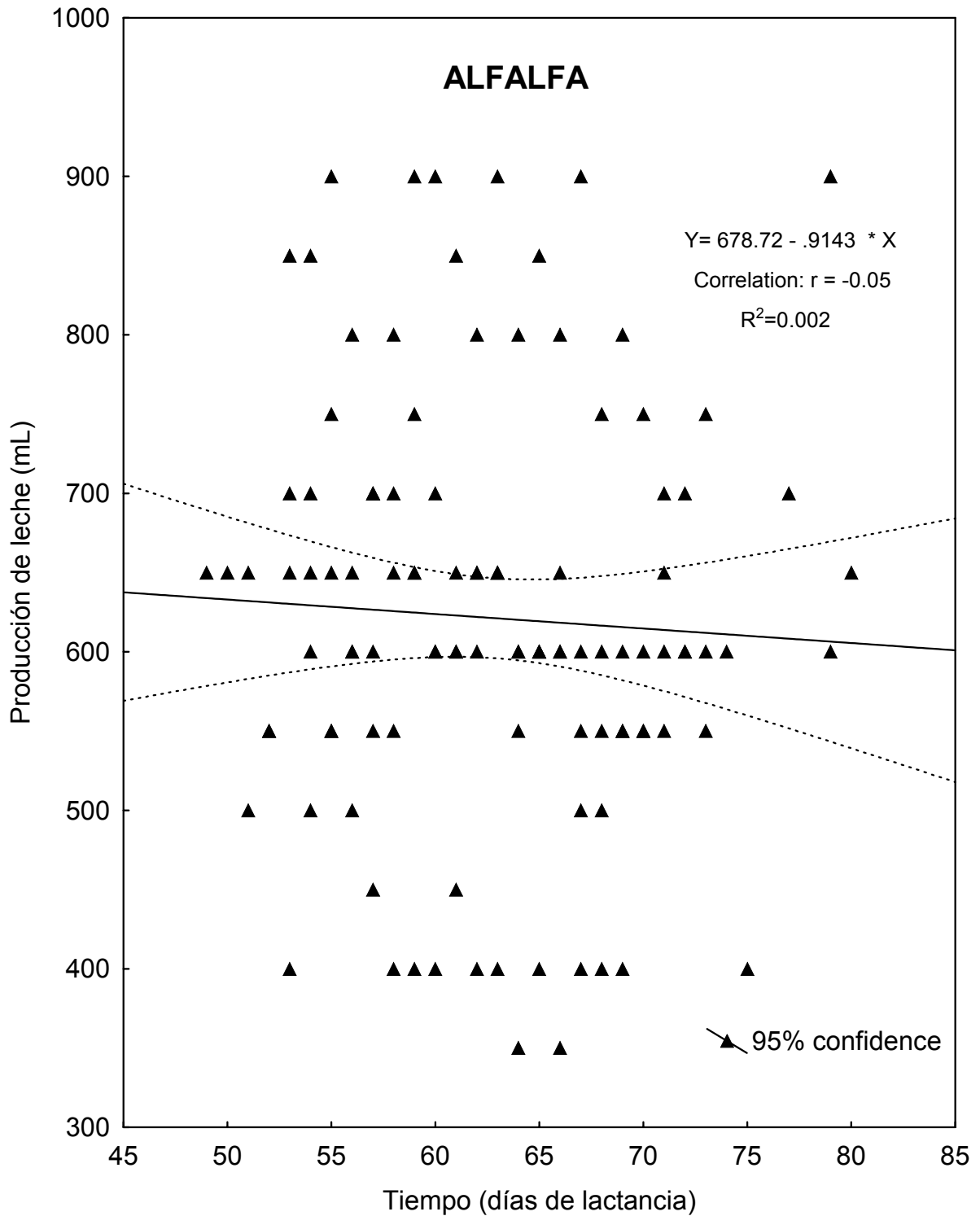


Figura 11. Efecto del heno de alfalfa como fuente principal de forraje en la producción de leche durante el tercer mes de lactancia (postdestete) en cabras criollas.

9. CONCLUSIONES

- La mayor producción de biomasa en etapa de floración (materia verde y materia seca) la mostraron los cultivares 18 y 25; sin embargo, no mostraron los mismos resultados en la etapa de prefloración, debido a la irregularidad en las variables fenológicas de los cultivares evaluados.
- Las mejores funciones de producción de materia verde y materia seca en cuanto a los valores de los coeficientes de correlación y determinación no fue acorde con las mayores producciones de biomasa (materia verde y materia seca), ya que no se presentaron mayores producciones en los cultivares.
- Las variables con mayor impacto en las funciones de producción de materia seca y materia verde (biomasa) utilizando el método no destructivo fueron diámetro de tallo, número de hojas, altura de planta y número de ramificaciones secundarias, mientras que al utilizar el método destructivo las variables fueron altura de planta, área foliar, número de ramificaciones primarias y secundarias, peso fresco y seco de raíz, número de nódulos y longitud de raíz.
- Los valores de los coeficientes de correlación y determinación mostraron incrementos en el método no destructivo con respecto al método destructivo, favoreciendo las funciones obtenidas.
- Las mayores producciones de grano se presentaron en los cultivares 1 y 18, sustentados con funciones cuyos coeficientes de correlación y determinación fueron altos y significativos, siendo las variables racimos por planta, vainas por racimo, vainas por planta y longitud de vaina las que mayor impacto mostraron en las funciones.

- Se presentaron efectos por etapa de crecimiento y variabilidad genética de los cultivares sobre la composición nutrimental de frijol yorimón.
- El forraje de frijol yorimón henificado puede utilizarse como un ingrediente principal en la dieta de cabras criollas, ya que benefició positivamente el crecimiento de los cabritos y la producción de leche.
- Es necesario realizar más evaluaciones sobre el cultivo del frijol yorimón bajo las condiciones agroecológicas del Estado de Baja California Sur, así como su evaluación en las variables de producción de ganado caprino, bovino, etc., mediante la utilización de dietas a base de otras especies forrajeras alternativas tales como pasto salado, nopal forrajero, coquia, entre otros pastos nativos.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Acker D. 1977. Zootecnia e industria ganadera. Edit. Diana. México, D.F.
- Adeloye AA. 1995. Short communication: the value of cowpea husk to the goat. *Bioresource Technology*. 52:281-282.
- Aganga AA, Tshwenyane SO. 2003. Lucerne, Lablab and *Leucaena leucocephala* forages: production and utilization for livestock production. *Pak J Nut* 2(2):46-53.
- Akundabweni LS, Peter-Paul C, Singh, BB. 1990. Evaluation of elite lines of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) for leaf-fodder plus grain i.e. dual purpose. *J Trop Agric* 67 (2):133-136.
- Aldrighetto I, Bailoni, L. 1994. Effects of different animal protein sources on digestive and metabolic parameters and milk production in dairy goats. *Small Rum Res* 13:127-132.
- Anderson RL. 2000. Oat for forage: production, quality and water use. USDA-ARS. Akron, CO.
- Association of Official Analytical Chemists. 1980. Official Methods of Analysis. 13th Edition. Washington, D.C., 1108 p
- Arbiza ASI. 1986. Producción de caprinos. Ed. AGT. México, D.F.
- Aguirre-Escalera L, Ávila-Serrano NY, Murillo-Amador B, Palacios-Espinosa A, Monroy-Ceseña A, Mercado-Guido MC, Hernández-Contreras HE, Troyo-Diéguez E, García-Hernández JL, Larrinaga-Mayoral JA. 2005. Funciones de producción de biomasa en cultivares de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] utilizando método destructivo y no destructivo. *En: Memoria de la XV Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Calidos*. 20–21 de octubre. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B. C. México. pp. 127-131.
- Akpa GN, Usuhor CU, Olugbemi TS, Nwani PI. 2003. Milk flow rate and milking frequency in red sokoto goats. *Pak J Nut* 2(3):192-195.
- Ávila-Serrano NY, Murillo-Amador B, Palacios-Espinosa A, Espinoza-Villavicencio JL, Troyo-Diéguez E, García-Hernández JL, Nieto-Garibay A, Larrinaga Mayoral JA. 2005. Efecto de forraje de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] como único alimento sobre aspectos productivos de cabra criolla. *En: Memoria de la XV Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Calidos*. 20–21 de octubre. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B. C. México. pp. 154-158.

- Ávila-Serrano NY, Murillo-Amador B, Palacios-Espinosa A, Troyo-Diéguez E, García-Hernández JL, Larrinaga Mayoral JA. 2004. Efecto de densidad de siembra sobre producción de grano para un cultivar de frijol yorimón [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. En: Memoria del 6° Ciclo Académico Agropecuario. 24-26 de noviembre. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S., México. pp. 120-124.
- Balasubramanian V, Sinha SK. 1976. Effects of salt stress on growth, nodulation and nitrogen fixation in cowpea and mung beans. *Physiol Plant* 36:197.
- Bath DL, Dickinson FN, Tucker HA, Appleman RD. 1984. Ganado lechero. Edit. Interamericana. México, D.F.
- Beltrán LS, Pérez PJ, Hernández GA, García ME, Kohashi SJ, Herrera HJG. 2002. Respuesta fisiológica del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) a diferentes alturas de defoliación. *Agrociencia* 36: 547-556.
- Borah HK, Khan AKF. 2001. Genetic divergence in fodder cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Mad Agric J* 88(10/12):625-628.
- Briz J, Ward R, De Felipe I. 1999. Análisis de la demanda y persistencia de hábitos de consumo de leche en España. *Prod Sanid Anim Vol.* 14 (1, 2 y 3):129-150.
- Cabello FE, Martínez CS. 1984. Manual de operaciones de un hato lechero. Edit. Sanfer. México, D.F.
- Camacho GJL, García MJG. 2002. Producción y calidad del forraje de cuatro variedades de alfalfa asociadas con trébol blanco, ballico perenne, festuca alta y pasto ovillo. *Vet Méx Vol.* 34 (2):149-177.
- Chauhan TR, Tiwana MS. 1983. Effect of stage of maturity on nutrient composition, in vitro dry-matter digestibility and fodder yield of cowpea. *Ind J Anim Sci Vol.* 53 (9):1011-1013.
- Chase LE. 1998. Dairy nutrition fact sheep. Department of Animal Science. Cornell University.
- Clavero T, Carballo L, González R. 2000. Respuesta del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv Mott. al pastoreo. Producción de biomasa y características de crecimiento. *Revista Facultad de Agronomía (LUZ).* 17:71-77.
- Cora A, Nai BM, Coirini RO. 2005. Short communication. Goat preferences for native woody shrubs in the Chaco arid region of Cordoba; Argentina. *Span J Agric Res* 3(2):243-247.
- Cusicanqui JA, Lauer JG. 1999. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. *Agron J* 91:911-915.

- Daza A, Santamaria C, Camacho M, Rodriguez-Navarro DN, Temprano F. 2003. Short communication: Influence of micronutrients on biological nitrogen fixation in bean (*Phaseolus vulgaris*) under greenhouse hydroponic culture conditions. Span J Agric Res 1(3):77-80.
- Delgadillo SJA, Flores CJA, Velís DFG, Duarte MG, Vielma SJ, Poindron MP, Malpoux B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico Mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. Vet Méx 34 (1):69-79.
- Díaz FA, Ortigón MA. 1997. Guía para la producción de vaina y grano de chícharo de vaca en el norte de Tamaulipas. INIFAP. Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental Río Bravo. Publicación No. 21.
- Diaz MF, Padilla C, González A, Curbelo F. 2001. Agronomical features and nutritional indicators of grains in grouped maturity varieties of *Vigna unguiculata*. Cuban Journal of Agricultural Science 35 (3):271-278.
- Dukes HH, Swenson MJ. 1981. Fisiología de los animales domésticos. Ed. Aguilar. México, D.F.
- Ehlers JD, Matthews WC, Hall AE, Roberts PA. 2000. Inheritance of a broad based form of root-knot nematode resistance in cowpea. Crop Sci 40:611-618.
- Escobar-Hernández A, Troyo-Diéguez E, García-Hernández JL, Hernández-Contreras H, Murillo-Amador B, López-Aguilar R. 2005. Potencial forrajero del pasto salado [*Distichlis spicata* (L.) Greene] en ecosistemas costeros de Baja California Sur, México por el método de "componentes principales". Téc Pecu Méx. 43(1):13-25.
- Espinoza-Ortega A, Álvarez-Macias A, Valle MC, Chauvete M. 2005. La economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el Estado de México. Téc Pecu Méx 43(1):39-56.
- Faftine O, Muir JP, Massaete. 1998. Dry season supplementation of goats tethered on range supplemented with cowpea or groundnut residues with or without fresh leucaena leaves. Animal Feed Science and Technology 76:1-8.
- FAO. 2000. El estado de la inseguridad alimentaria. (Informe). Roma, Italia.
- Figueras MS. 2000. Introducción al análisis multivariante, [en línea] *5campus.com*, *Estadística* <<http://www.5campus.com/leccion/anamul>>.
- Galina MA, Puga DC, Hernández A, Haenlein GFW. 1998. Biodiverse and biosustainable production system with goats in Mexico: importance of a forage bank. Small Rum Res 27:19-23.

- Gall C. 1981 Goat production. Ed. Academic Press. London, Great Britain.
- Ganderats FS, Hepp KC. 2003. Mecanismos de crecimiento de *Lulium perenne*, *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata* en la zona intermedia de Aysén. Agricultura Técnica (Chile) 63(3):259-265.
- Ganong WF. 1976. Manual de fisiología médica. 5a. ed. Ed. El Manual Moderno. México, D.F.
- García VD, Hernández JC, Darío AM. 1997. Los abonos verdes: una alternativa para controlar malezas en el cultivo de maíz. PRIAG. Costa Rica.
- García-Hernández JL, Valdez-Cepeda RD, Avila-Serrano NY, Murillo-Amador B, Nieto-Garibay A, Magallanes-Quintanar R, Larrinaga-Mayoral JA, Troyo-Diéguez E. 2005. Preliminary compositional nutrient diagnosis norms for cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) grown on desert calcareous soil. Plant and Soil. 217(1-2):297-307.
- Gutiérrez W, Medrano C, Gómez A, Urrutia E, Urdaneta M, Esparza D, Báez J, Villalobos Y, Medina B. 1999. Efecto de control de malezas en dos genotipos del cultivo de frijol *Vigna unguiculata* (L.) Walp. bajo siembra directa en la planicie de Maracaibo, Venezuela. Rev Fac Agron (LUZ) 16:597-609.
- Hafez ESE. 1989. Reproducción e inseminación artificial en animales. 5a. ed. Edit. Interamericana. México, D.F.
- Hall AE, Dancette C. 1978. Analysis of fallow-farming systems in a semi-arid Africa using a model to simulate the hydrologic budget. Agron J 70:816.
- Hernández GA, Martínez HPA, Mena UM, Pérez PJ, Enríquez QJF. 2002. Dinámica del rebrote en pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvias. Téc Pecu Méx 40(2):193-205.
- Hernández ZJS. 2000. La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México). Contribución de la especie caprina y sistemas de producción. Arch Zootec 49:341-352.
- Hidalgo LG, Cauhepe MA, Erni AN. 1998. Digestibilidad de materia seca y contenido de proteína bruta en especies del pastizal de la Pampa deprimida, Argentina. Prod Sanid Anim Vol. 13 (1, 2 y 3):165-167.
- Hossain ME, Shahjalal M, Khan MJ, Hasanat MS. 2003. Effect of dietary energy supplementation of feed intake, growth and reproductive performance of goats under grazing condition. Pak J Nut 2(3):159-163.
- Imbamba SK. 1973. Response of cowpeas to salinity and (2-chlorethyl) trimethyl-ammonium chloride (CCC). Physiol Plant 28-346.

- INEGI. 1998. Censo Ganadero de Baja California Sur, México.
- Ismail MA, Hall AE. 1998. Positive and potential negative effects of heat-tolerance genes in cowpea. *Crop Sci* 38:381-390.
- Ismail MA, Hall EA. 2000. Semiwarf and standard-height cowpea responses to row spacing in different environments. *Crop Sci* 40:1618-1623.
- Jeranyama P, Hesterman OB, Waddington SR, Harwood RR. 2000. Integrated agricultural systems: relay-intercropping of sunnhemp and cowpea into a smallholder system in Zimbabwe. *Agron J* 92:239-244.
- Jonhson DE. 2000. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Editorial International Thomson Editores, S.A. de C.V. México, D.F.
- Kapoor A, Sohoo MS, Beri SM. 2000. Divergence in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *Journal Crop Improvement*. 27(1):105-108.
- Kimbrough L. 1997. Forage quality grazing and hay. Extension Service of Mississippi State University. <http://www.aac.msstate.edu/pubs.htm>.
- Landau S, Vecht J, Perevolotsky A. 1993. Effects of two levels of concentrate supplementation on milk production of dairy goats browsing Mediterranean scrubland. *Small Rum Res* 11:227-237.
- Lemus RV, García MJG, Lugo LSG, Valencia GE, Villagrán VB. 2002. Desempeño de una pradera irrigada en clima templado establecido para el pastoreo con bovinos lecheros. *Rev Vet Méx.* 33(1):11-26.
- Lush WM. 1979. Aspects of the evolution of cowpeas [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. Ph. D. thesis. Australian National University, Canberra.
- Lodhi GP, Boora KS, Jain SB. 1990. Heterosis for fodder yield and quality characters in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *J Crop Res (HISAR)* 3(1):66-73.
- Lou J, Goetsch AL, Nsahlai IV, Johnson ZB, Sahlu T, Moore JE, Ferrell CL, Galyean ML, Owens FN. 2004a. Maintenance energy requirements of goats: prediction based on observations of heat and recovered energy. *Small Rum Res* 53:221-230.
- Lou J, Goetsch AL, Nsahlai IV, Sahlu T, Ferrell CL, Owens FN, Galyean ML, Moore JE, Johnson ZB. 2004b. Metabolizable protein requirements for maintenance and gain of growing goats. *Small Rum Res* 53:309-326.

- Lou J, Goetsch AL, Nsahlai IV, Sahlu T, Ferrell CL, Owens FN, Galyean ML, Moore JE, Johnson ZB. 2004c. Prediction of metabolizable energy and protein requirements for maintenance, gain and fiber of growth of Angora goats. *Small Rum Res* 53:339-356.
- Lou J, Goetsch AL, Sahlu T, Nsahlai IV, Johnson ZB, Moore JE, Galyean ML, Owens FN, Ferrell CL. 2004d. Prediction of metabolizable energy requirements for maintenance and gain of preweaning, growing and mature goats. *Small Rum Res* 53:231-252.
- Lou J, Goetsch AL, Moore JE, Johnson ZB, Sahlu T, Ferrell CL, Galyean ML, Owens FN. 2004e. Prediction of endogenous urinary nitrogen of goats. *Small Rum Res* 53:293-308.
- Lou J, Goetsch AL, Nsahlai JE, Moore JE, Galyean ML, Johnson ZB, Sahlu T, Ferrell CL, Owens FN. 2004f. Voluntary feed intake by lactating Angora growing and mature goats. *Small Rum Res* 53:357-378.
- McCormick ME, Ward JD, Redfearn DD, French DD, Blouin DC, Chapa AM, Fernández JM. 2001. Supplemental dietary protein for grazing dairy cow effects on pasture intake and lactation performance. *J. Dairy Sci* 84:896-907.
- Maynard LA, Loosli JK, Hintz HF, Warner RG. 1992. *Nutrición animal*. 4a. ed. Ed. Mcgraw-Hill. México, D.F.
- Medina A. 1997. Experiencias sobre cultivos de cobertura y abonos verdes. CIDICCO. Honduras.
- Medina F, Chang W, Bracho J, Marín M, Esparza D. 1996. Efecto de la edad y el genotipo sobre el crecimiento del área foliar en el frijol *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Rev Fac Agron (LUZ)* 13:61-72.
- Medina F, Chang W, Bracho J, Marín M, Esparza D. 1996. Variación de peso seco en cinco genotipos de frijol *Vigna unguiculata* (L.) Walp. bajo condiciones de campo. *Rev Fac Agron (LUZ)* 13:673-686.
- Mellado-Bosque M. 1991. Producción de caprinos en pastoreo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Mena GLA, Gall C. 1977. Producción caprina y ovina. Primera parte. Monterrey, N. L.
- Molitero EA. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento productivo de mezclas forrajeras en su primer año. *Agrociencia* Vol. VI (1):40-52.
- Molnar I. 1961. A manual of agriculture. Aust. Inst. of Agric. Science.

- Monroy CA, Armenta QJA, Armenta QE, Monroy CMA, Cisneros DAM, Ávila SNY, Ramírez GG, Gómez CDM, Padilla LMA, Rodríguez RSA, Anaya SG. 2001. Diagnostico del desarrollo productivo de la caprinocultura en Baja California Sur: Avances de resultados. *En: Memoria del 4^o Ciclo Académico Agropecuario*. 13-16 de noviembre. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S., México. pp. 123-127.
- Monroy CA, Cepeda PR, Mendiola TG. 2000. Panorama general de la caprinocultura en Baja California Sur. *En: Memoria del 3^{er} Ciclo Académico Agropecuario*. 22-24 de noviembre. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S., México. pp. 41-45.
- Morse D, Sedivec K. 1990. Know your forage. North Dakota State University.
- Moore JE, Goetsch AL, Lou J, Owens FN, Galyean ML, Johnson ZB, Sahlou T, Ferrell CL. 2004. Prediction of fecal crude protein excretion of goats. *Small Rum Res* 53:275-292.
- Murillo-Amador B, Troyo-Diéguez E, García-Hernández JL, Landa-Hernández Luis, Larrinaga-Mayoral JA. 2000. El frijol yorimón leguminosa tolerante a sequía y salinidad. Programa de Agricultura en Zonas Áridas. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S.
- Murillo-Amador B. 1992. Caracterización de tipos de frijol "chícharo de vaca" [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] para producir ejote en el Valle de La Paz. Tesis de licenciatura. La Paz, B.C.S. México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 91 p.
- Murillo-Amador B. 2001. Bases fisiológicas de la respuesta diferencial al NaCl entre genotipos de chícharo de vaca [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. Tesis de doctorado. La Paz, B.C.S. México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
- Murillo-Amador B, Troyo-Diéguez E, Pargas-Lara R. 1997. Rendimiento y características agronómicas de doce genotipos de "chícharo de vaca" [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] en una región semiárida de Baja California Sur, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 20 (2):149-160.
- Murillo-Amador B, Troyo-Diéguez E, Jones HG, Ayala-Chairez F, Tinoco-Ojanguren CL, López-Cortés A. 2000. Screening and classification of cowpea genotypes for salt tolerance during germination. *PYTON. International Journal of Experimental Botany*. 67:71-84.
- Murillo-Amador B, Troyo-Diéguez E, García-Hernández JL, Larrinaga-Mayoral JA, Nieto-Garibay A, López-Cortés A. 2002. Efecto de la salinidad en genotipos de chícharo de vaca (*Vigna unguiculata* L. Walp.) durante la etapa de plántula. *AGROQUÍMICA*. XLVI (1-2):73-86.

- Murillo-Amador B, Larrinaga-Mayoral JA, Nieto-Garibay A. 2003. Manual para la producción de frijol yorimón en el Valle del Carrizal, B.C.S. Programa de Agricultura en Zonas Áridas. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B. C. S.
- Nsahlai IV, Goetsch AL, Lou J, Johnson ZB, Moore JE, Sahlou T, Ferrell CL, Galyean ML, Owens FN. 2004a. Metabolizable protein requirements of lactating goats. *Small Rum Res* 53:327-337.
- Nsahlai IV, Goetsch AL, Lou J, Johnson ZB, Moore JE, Sahlou T, Ferrell CL, Galyean ML, Owens FN. 2004b. Metabolizable energy requirements of lactating goats. *Small Rum Res* 53:253-273.
- Ogbonnaya CL, Sarr B, Brou C, Diouf O, Diop NN, Roy-Macauley H. 2003. Selection of cowpea genotypes in hydroponics, post, and field for drought tolerance. *Crop Sci* 43:1114-1120.
- Ohiokpehai O. 2003. Processed food products and nutrient composition of goat milk. *Pak J Nut* 2(2):68-71.
- Palacios-Espinosa A, Ávila-Serrano NY, Espinoza-Villavicencio JL. 2005. Efecto de época del año sobre la curva de crecimiento en cabras criollas alimentadas en corral. *En: Memoria de la XV Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Calidos*. 20-21 de octubre. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B. C. México. pp. 245-247.
- Pandey RK. 1990. Guía del agricultor para el cultivo del chícharo de vaca en arrozales. Edit. LIMUSA. México, D.F.
- Parker WJ, Muller LD, Buckmaster RD. 1992. Management and economic implications of intensive grazing on dairy farms in the northeastern states. *J. Dairy Sci* 74:2587-2597.
- Parra GA. 1986. Comportamiento de poblaciones mejoradas de maíz, (*Zea mays* L.) en asociación con mutantes de frijol (*Vigna unguiculata*, (L) Walp.) y frijol chino (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Revista de Agronomía (LUZ)*. 7:136-143.
- Peñuñuri MFJ. 1986. ¿Cual es la importancia de la cabra en la ganadería?. Síntesis lechera. Noviembre. México, D.F.
- Pérez-Amaro JA, García-Moya E, Enríquez-Quiroz JF, Quero-Carrillo AR, Pérez-Pérez J, Hernández-Garay A. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "mulato" (*Brachiaria híbrido*, CV). *Téc Pecu Méx* 42(3):447-458.

- Qi K, Lu CD, Owens FM. 1993. Sulfate supplementation of Alpine goats. Effects on milk yield and composition, metabolites, nutrient digestibilities, and acid-base balanced. *J Anim Sci* 70:3541-3550.
- Rabasco A, Serradilla JM, Padilla JA, Serrano A. 1993. Genetic and non-genetic sources of variation in yield and composition of milk in Verata goats. *Small Rum Res* 11:151-161.
- Ramirez RG. 1999. Feed resources and feeding techniques of small ruminants under extensive management conditions. *Small Rum Res* 34:215-230.
- Rebole A, Alzueta C, Ortiz LT, Barro C, Rodríguez ML, Caballero R. 2004. Yields and chemical composition of different parts of the common vetch at flowering and at two seed felling stages. *Span J Agric Res* 2 (4):550-557.
- Restall BJ. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim Rep Sci* 27:305-318.
- Rodríguez RN, Mora L, Marín M, Esparza D, Del Villar A. 1996. Distribución de materia seca en el frijol *Vigna unguiculata* (L) Walp. variedad ojo negro y tres de sus mutantes en los alrededores de Maracaibo. *Rev Fac Agron (LUZ)*. (13):659-671.
- Rodríguez RN, Mora L, Marín M, Esparza D, Del Villar A. 1996. Análisis del desarrollo foliar del cultivo del frijol *Vigna unguiculata* (L) Walp variedad ojo negro y tres de sus mutantes en los alrededores de Maracaibo. *Rev Fac Agron (LUZ)*. (13):521-531.
- Romero J, Santiago E, Shimada A, Aguilar F. 1994. Effects of protein supplementation on milk yield of goats grazing a semiarid temperate rangeland. *Small Rum. Res.*13:21-25.
- Russel JS. 1976. Comparative salt tolerance of some tropical and temperate legumes and tropical grasses. *Aus. J Exp Agric and Husb* 16:103.
- Roquib MA, Patnaik RK, 1990. Genetic variability in forage yield and its components in cowpea *Vigna unguiculata*. *Environment and Ecology* 8(1A):236-238.
- Sahlu T, Goetsch AL, Lou J, Nsahlai IV, Moore JE, Galyean ML, Owens FN, Ferrell CL, Johnson ZB. 2004. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. *Small Rum Res* 53:191-219.

- Sanz MR, Pérez L, Gil F, Boza J, Amigo L. 1998. Efecto de forma física de presentación de la fracción forraje de la dieta y de la fuente proteica utilizada sobre la producción y composición de la leche de cabra de raza granadina. *Prod Sanid Anim Vol.* 13(1, 2 y 3):31-44.
- SAS. 2001. SAS User's Guide (Release 8.2). Statistics SAS Inst. Inc., Cary. NC.
- Shimada MA. 2003. Nutrición animal. Edit. Trillas, México, D.F.
- Silveira JAG, Costa RCL, Viegas RA, Oliveira JTA, Figueredo MVB. 2003. N-compound accumulation and carbohydrate shortage on N₂ fixation in drought-stressed and rewatered cowpea plants. *Span J Agric Res* 1(3):65-75.
- Tablada ASR, Martínez HPA, Sánchez RC, Cortés DE. 2003. Rebrote en alfalfa-ovillo bajo pastoreo mixto durante el invierno. *Revista Científica, FCV-LUZ*, Vol. XIII (4):312-318.
- Tarawali, SA, Singh BB, Peters M, Blade SF. 1991. Cowpea haulms as fodder. *In*: Singh, BB, Mohan Raj DR, Dashiell KE, Jackai LEN (Eds.). *Advances in cowpea research*. IITA, Ibadan, Nigeria: Co publication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS). 313-325.
- Trejo GA, Pérez RY. 1987. Seasonal reproductive activity of criollo does slaughtered in México. *Proc IV Int. Conf. Goats*. Brasilia, Brazil. Vol. 2:1500.
- Turk KJ, Hall AE, Asbell CW. 1980. Drought adaptation of cowpea. I. Influence of drought on seed yield. *Agron J* 72 :413.
- Valencia MP, Ruiz JR, Espinoza RC, Sánchez F. 1984. Análisis comparativo de la prolificidad en hembras jóvenes y adultas en once explotaciones caprinas (Guanajuato). *Memorias de la primera reunión Nacional sobre caprinocultura*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Saltillo, Coahuila, México.
- Varela NM. 1998. Análisis multivariado de datos, aplicación a las ciencias agrícolas. INCA. La Habana, Cuba.
- Vasquez OP, Smith TR. 2001. Evaluation of alternative algorithms used to simulate pasture intake in grazing dairy cows. *J Dairy Sci* 84:860-872.
- Velasco ZME, Hernández-Garay A, González Hernández VA, Pérez PJ, Vaquera HH, Gálvez SA. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.). *Téc Pecu Méx* 39(1):1-14.
- Voisin AT. 1962. Productividad de la hierba. TECNOS. España.

Wayne WD. 2004. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la Salud. 4ª edición. Editorial LIMUSA. México, D.F.