

**MANEJO AGRONÓMICO Y POTENCIAL FORRAJERO DEL PASTO PALMERA
(*Setaria poiretiana*) EN LA MESETA DE POPAYÁN**



LUIS EDIBAR CHARO ELVIRA

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2013**

**MANEJO AGRONOMICO Y POTENCIAL FORRAJERO DEL PASTO PALMERA
(*Setaria poiretiana*) EN LA MESETA DE POPAYÁN**

LUIS EDIBAR CHARO ELVIRA

**Trabajo de Grado modalidad investigación para optar al título de Ingeniero
Agropecuario**

**Director
NELSON JOSE VIVAS QUILA, M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2013**

Nota de aceptación

El director y los jurados han leído el presente documento, han escuchado la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio.

NELSON JOSÉ VIVAS QUILA
Director

Presidente del Jurado

Jurado

Popayán, __ de _____ de 2013

DEDICATORIA

A DIOS por permitirme haber alcanzado satisfactoriamente la culminación de mi carrera, por haberme dado la familia con la que cuento, por darme la fortaleza y perseverancia para la culminación de este objetivo.

A mi madre Ana Iliá Elvira Ordoñez por creer en mí y brindarme su incondicional apoyo, por todos los sacrificios que ha realizado para que la meta que parecía en ocasiones inalcanzable, hoy sea una realidad.

A mis familiares por su amistad y palabras de apoyo.

A mi compañera sentimental Deisi Fernanda Morales Cha de quien he recibido toda su colaboración para culminar exitosamente esta meta y por ser el complemento de mi vida.

A mi hija Luisa Fernanda Charo Morales porque a pesar de que no esté en esta vida terrenal con nosotros, ha sido una fuente inspiradora para alcanzar este logro.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme vivir todo lo que pasa en mi entorno, compartir mis alegrías y recibir consuelo en mis tristezas de quienes me rodean.

A mi familia a quien agradezco de todo corazón su incondicional apoyo, por creer en mí, por darme la seguridad de avanzar en mí proceso de formación, por todos los sacrificios realizados para que esta meta sea una realidad.

A la Universidad del Cauca y en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias por permitirme hacer parte de ella, por recibir de esta los conocimientos del sector agropecuario con los que cuento los cuales me han permitido mejorar cada día en mi desempeño laboral.

Al grupo de investigación de Nutrición Agropecuaria de la Universidad del Cauca, por la aprobación de este trabajo de investigación.

A mi director M. Sc. Nelson José Vivas Quila, por su asesoría, apoyo intelectual e instrumental, colaboración y orientación durante la ejecución de este proyecto.

A mis amigos de quienes he recibido su afecto y consejos en los momentos más oportunos.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	15
1. MARCO TEORICO	16
1.1 IMPORTANCIA DE LAS GRAMINEAS	16
1.2 EL GENERO <i>Setaria</i> DENTRO DE LA FAMILIA POACEAE	17
1.2.2 Características generales de la especie <i>Setaria poiretiana</i>.	17
1.2.3 Descripción taxonómica del pasto palmera	18
2. METODOLOGIA	19
2.1 LOCALIZACION	19
2.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	19
2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL EN ESTABLECIMIENTO DEL PASTO PALMERA	19
2.4 PRUEBA DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DEL PASTO PALMERA	23
2.5 DETERMINACIÓN DEL CONSUMO EN CUYES (<i>Cavia porcellus</i>) DEL PASTO PALMERA (<i>Setaria poiretiana</i>)	23
2.6 VARIABLES EVALUADAS	23
2.6.1 Vigor.	23
2.6.2 Cobertura.	23
2.6.3 Altura de las plantas.	24
2.6.4 Presencia de plagas.	24
2.6.5 Presencia de enfermedades.	24

2.6.6 Porcentaje de inflorescencia	24
2.6.7 Producción de forraje verde.	25
2.6.8 Fotomorfogénesis de las hojas según los tratamientos.	25
2.6.9 Composición nutricional mediante análisis bromatológico.	25
2.7 ANÁLISIS ESTADISTICO	26
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
3.1 CLIMA	27
3.2 ANÁLISIS DE LA VARIABLES AGRONOMICAS EVALUADAS	28
3.2.1 Vigor.	28
3.2.2 Cobertura.	29
3.2.3 Altura.	30
3.2.4 Plagas y enfermedades.	31
3.2.5 Porcentaje de inflorescencia.	32
3.2.6 Producción de forraje verde.	32
3.2.7 Porcentaje y produccion de materia seca.	34
3.2.8 Fotomorfogénesis de las hojas según los tratamientos.	35
3.2.9 Composición nutricional mediante análisis bromatológico.	37
3.3 PRUEBA DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DEL PASTO PALMERA	37
3.4 ANÁLISIS DE LA DETERMINACIÓN DEL CONSUMO EN CUYES (<i>Cavia porcellus</i>) DEL PASTO PALMERA (<i>Setaria poiretiana</i>)	38
3.5 ANÁLISIS DE CORRELACIONES ENTRE TRATAMIENTOS Y LAS VARIABLES EVALUADAS.	41
4. CONCLUSIONES	44

5. RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFIA	46
ANEXOS	52

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Contenido nutricional del pasto palmera (<i>S. poiretiana</i>)	37
Cuadro 2. Porcentaje de germinación de la semilla de <i>Setaria poiretiana</i> en cada una de las diez bandejas de icopor	38
Cuadro 3. Efecto del pasto palmera sobre el peso y conversión alimenticia en la especie <i>Cavia porcellus</i>	39
Cuadro 4. Efecto de diferentes forrajes sobre los parámetros productivos en la especie <i>Cavia porcellus</i>	40
Cuadro 5. Correlación de las variables evaluadas	42

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Cultivo de <i>Setaria poiretiana</i> en la granja los Naranjos, vereda La Venta, Municipio de Cajibío, Departamento del Cauca	18
Figura 2. Corregimiento de La Venta dentro del municipio de Cajibío donde se realizó el trabajo de investigación	19
Figura 3. Distribución en campo de los tratamientos y repeticiones utilizados	20
Figura 4. Estolones de <i>Setaria poiretiana</i> utilizados en parcelas experimentales	21
Figura 5. Tratamiento 2 polisombra en franjas en parcelas experimentales	21
Figura 6. Tratamiento 3 polisombra completa en parcelas experimentales	22
Figura 7. Altura de la polisombra con respecto al suelo en parcelas experimentales	22
Figura 8. Comportamiento de la Precipitación y temperatura del corregimiento de La Venta durante la investigación	27
Figura 9. Comportamiento del vigor durante la fase de producción	28
Figura 10. Comportamiento de la cobertura durante la fase de producción	30
Figura 11. Comportamiento de la altura durante la fase de producción	31
Figura 12. Comportamiento de la producción de forraje verde durante la fase de producción	33
Figura 13. Proyección de la producción de materia seca a un año	34
Figura 14. Comportamiento del ancho de las hojas durante la fase de producción	35
Figura 15. Comportamiento de la variable longitud de las hojas durante la fase de producción	36

Figura 16. Plasticidad fenotípica en *Setaria poiretiana* 36

**Figura 17. Consumo de *Setaria poiretiana* en cuyes (*Cavia porcellus*)
según el porcentaje de peso vivo 39**

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. ANOVA variables evaluadas	52
Anexo B. Prueba De Duncan variables evaluadas	53
Anexo C. Altura de plantas con inflorescencia y largo de espigas	54
Anexo D. Pasto palmera consumido por cuy durante la prueba	55

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la granja Los Naranjos ubicada en la Vereda La Venta del Municipio de Cajibío del departamento del Cauca. La granja Los Naranjos es un microfundio (<0.5 UAF) que se caracteriza por tener como línea principal de producción la cría y venta de cuyes para cría y consumo, siendo esta línea la de mayor importancia económica para la granja. Un problema que se presenta en la granja es debido a la sombra de los árboles que protegen los nacimientos de agua ya que no permiten el progreso del forraje cultivado en su entorno y teniendo presente el tamaño de la finca, es significativa el área que no puede ser aprovechada en cultivos de forraje por no tener especies tolerantes a la sombra que aporte forraje al proyecto cuyícola.

Teniendo en cuenta lo anterior se adelantó el estudio sobre el manejo agronómico y potencial forrajero del pasto palmera (*Setaria poiretiana*) bajo tres ambientes diferentes de sombra, ya que este crece de manera aceptable bajo el dosel de los árboles, además se investigó en el consumo del pasto palmera y su efecto sobre la ganancia de peso y conversión alimenticia en cuyes (*Cavia porcellus*). El material de propagación del pasto fue recolectado en territorio de la granja Los Naranjos.

La evaluación en campo se desarrolló bajo el diseño en bloques completos al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos consistieron en diferentes porcentajes de sombrero artificial utilizando polisombra y las repeticiones (bloques) fueron las condiciones de sombra dadas por el sombrero del bosque en torno al proyecto. Cada parcela experimental contó con un área de 7 m².

En la fase de establecimiento se realizó una evaluación a las 12 semanas. Una vez establecido el cultivo, se realizaron 3 evaluaciones de producción cada 8 semanas de las variables sugeridas siguiendo la metodología de Toledo. Se realizaron los análisis estadísticos descriptivos, análisis de varianza y prueba de promedios de Duncan entre tratamientos con el programa SPSS V20.

El tratamiento que mejor comportamiento agronómico presentó en cuanto a producción de materia seca fue el T1 (libre exposición); no se encontraron diferencias estadísticas para las variables vigor, cobertura, altura, porcentaje de materia seca; no se evidenciaron daños por plagas y enfermedades. Con respecto al consumo en cuyes (*Cavia porcellus*), se obtuvo una ganancia diaria promedio de 7,7 gr/día/cuy y un consumo de 5.4% del peso vivo en materia seca de *Setaria poiretiana*, lo que evidencia la aceptación de estos por el pasto palmera.

ABSTRACT

The research was conducted at Los Naranjos farm located in La Venta small village, Cajibío Municipality, department of Cauca. Los Naranjos is a small farm (<0.5 AFU) characterized by have as main line production breeding and sale of guinea pigs for breeding animals and consumption, this line being the most economically important for the farm. A problem that arises in the farm is due to the shade that it emit the trees that protect two creeks as it does not allow the progress of forage grown in their environment and due to the dimensions of the farm, the area is significant that can not be exploited in forage crops by have not tolerant species to the shade that contributes forage to the guinea pig project.

Was therefore undertaken a study on agronomic management and forage potential of palm grass (*Setaria poiretiana*) under three distinct shadow, because this grass grows acceptably under canopy of the trees, also was investigated in the consumption of palm grass and its effect on productive parameters in guinea pigs (*Cavia porcellus*). The propagation material was collected in Los Naranjos farm.

The evaluation was conducted under the design in randomized complete block with 3 treatments and 4 replications. Treatments consisted of different percentages of shadow artificial using polisombra mesh and repetitions (blocks) were the conditions given by the shadow of the forest around the project. Each experimental plot had an area of 7 m².

In the establishment phase were performed evaluations at 8 weeks, there were not cuts. Once the crop, three evaluations were performed every 8 weeks of the variables suggested following the Toledo methodology. Analyzes were performed descriptive statistics, analysis of variance and Duncan test averages between treatments using SPSS V20.

The treatment that showed better agronomic performance in terms of dry matter production was T1 (free exhibition); no statistical differences were found for variables vigor, coverage, height, dry matter content; did not show damage by pests and diseases. On the consumption in guinea pigs (*Cavia porcellus*), a gain daily average of 7.7 g / day / guinea pig and a consumption of 5.4% of body weight in dry matter *Setaria poiretiana*, evidencing the acceptance of these by the grass palm.

INTRODUCCION

Una de las características del Cauca es su ruralidad, la mayoría de la población del departamento vive en el campo y deriva su sustento de las actividades agropecuarias, es el segundo departamento en Colombia con la distribución de tierras más desigual, existiendo por ende gran número de campesinos mini y microfundistas, lo cual lleva a un sobreuso del suelo generando gran presión sobre los recursos naturales ya que no cuentan con la unidad agrícola familiar (Gamarra, 2007).

La finca Los Naranjos, sitio en el cual se desarrolló el presente trabajo de investigación, posee un área total de 1,64 hectáreas, de las cuales es utilizada para la actividad agropecuaria 1 hectárea y 0,64 hectáreas para protección de dos nacimientos de agua con que cuenta la finca, actualmente la finca Los Naranjos cuenta con una explotación cuyicola, porcinos, cultivo de hortalizas y café, siendo la línea de producción de cuyes la de mayor importancia económica, por ello el cultivo de forrajes para la alimentación de los cuyes abarca la mayor área dentro del total destinado para la actividad agropecuaria, presentándose conflictos en las zonas de transición entre el cultivo y la protección forestal ya que la sombra emitida por los árboles de porte alto tras varios cortes del forraje, prolonga el intervalo de este, reduce la producción hasta evitar el rebrote del pasto y teniendo en cuenta el tamaño de la finca y la demanda de forraje que requieren alrededor de 500 cuyes para la alimentación, es significativa el área de transición que no puede ser aprovechada en cultivos de forraje, por no tener especies tolerantes a la sombra que aporten forraje al proyecto cuyicola. Es importante evaluar el potencial como forraje que pueden ofrecer especies nativas, ya que algunas son utilizadas para alimentación animal sin conocerse el aporte nutricional que estos ofrecen, además debido a su adaptación natural a las condiciones edafoclimáticas del lugar donde se desarrollan, algunas crecen adecuadamente bajo sombra de las plantas superiores que las rodean, siendo estas de gran interés para los sistemas agrosilvopastoriles. En este orden de ideas, se identificó en algunas zonas de bosque del Municipio de Cajibío una especie de gramínea de crecimiento aceptable bajo el dosel de los árboles la cual en pruebas preliminares de consumo se observó aceptación por los cuyes de esta especie forrajera, posteriormente clasificada como *Setaria poiretiana* por el herbario de la Universidad del Cauca (Charo, 2012), la cual se evaluó con el objetivo de determinar el manejo agronómico y cuantificar la producción bajo ambientes de sombra, semisombra y a libre exposición dadas las condiciones de suelo y ambientales de la región ya que no se conocen reportes de su cultivo en Colombia, en donde se puede encontrar de manera silvestre en el sotobosque.

1. MARCO TEORICO

1.1 IMPORTANCIA DE LAS GRAMINEAS

Se estima que las gramíneas constituyen aproximadamente el 25-45 % de la cubierta vegetal de la Tierra, pocas formaciones ecológicas carecen de gramíneas y muchas, como las estepas, las sabanas y las praderas, están dominadas por ellas. Las gramíneas comprenden unas 10.000 a 11.000 especies agrupadas en aproximadamente 651 a 800 géneros. Aún sin ser la familia con el mayor número de especies, es ecológicamente la más dominante, ocupa el tercer lugar en cuanto al número de géneros después de las Asteraceae y las Orchidaceae, y el cuarto en cuanto al número de especies (Asteraceae, Orchidaceae, Rubiaceae y Poaceae) y el primero desde el punto de vista económico (García et al, 2005).

La mayor parte de la dieta de los seres humanos proviene de las gramíneas, tanto en forma directa (granos de cereales y sus derivados, harinas y aceites) o indirecta (carne, leche y huevos que provienen del ganado y las aves de corral que se alimentan de pastos o granos). Esta incomparable capacidad de adaptación está sustentada en una enorme diversidad morfológica, fisiológica y reproductiva; en varias asociaciones mutualísticas con otros organismos, que convierten a las gramíneas en una fascinante familia, no solo por su importancia económica, sino también por su relevancia biológica (Fundación Wikimedia, 2012). Crecen por todas las latitudes, con notable exclusión altitudinal. Son plantas perfectamente adaptadas a climas áridos, pero tampoco faltan especies mesófilas y hasta acuáticas (Pavone et al, 2008). Es la fuente de la mayor parte del azúcar mundial, del forraje de herbívoros domésticos y salvajes, de celulosa para papel, así como también de los bambúes y las cañas para la construcción (Giraldo, 2010).

Se conocen en Colombia 751 especies y 153 géneros de gramíneas (Giraldo, 2010), constituyendo la cuarta familia más diversa en el país después de las Orchidaceae [4000 especies/205 géneros (Calderón 1997)], las Asteraceae [1200 especies/200 géneros (Díaz Piedrahita, 2000)] y las Rubiaceae [785 especies, y 109 géneros (Jiménez B, 2002)].

Las Poaceae, según la base de la estructura de la espiguilla, vienen divididas en varias tribus: Bambuseae, Festuceae, Hordeae, Aveneae, Agrostideae, Phalarideae, Oryzeae, Paniceae, Andropogoneae, Maydeae (Pavone et al, 2008).

1.2 EL GENERO *Setaria* DENTRO DE LA FAMILIA POACEAE

El género *Setaria*, pertenece dentro de la familia Poaceae, a la subfamilia Panicoideae, tribu Paniceae. Es originario de las regiones templadas y tropicales del globo. El nombre del género deriva del latín seta (cerda), aludiendo a las inflorescencias erizadas (Fundación Wikimedia, 2010). En Colombia el género *Setaria* comprende 15 especies (García et al, 2005). A nivel mundial, el género *Setaria* comprende aproximadamente 114 especies, distribuidas a través de las regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo. La variabilidad observada en las entidades del género, su distribución geográfica y endemismos permiten suponer que hay dos centros importantes de especiación, uno en África tropical y otro en la región centro sur de Sudamérica. A este género pertenecen numerosas especies de gran importancia, siendo conocido a través de *Setaria itálica* que ha sido cultivada desde épocas prehistóricas o de *Setaria sphacelata*, una pastura de considerable importancia económica ampliamente difundida en diversas regiones de Asia, África y zonas subtropicales de Sudamérica (Caponio, 2000).

1.2.1 Características generales del género *Setaria*. El género se caracteriza por poseer setas persistentes que, junto con la desarticulación en la base de la espiguilla, textura de la lema superior y flósculo superior apiculado, lo separan de otros géneros afines. El género *Setaria* comprende plantas herbáceas que posee un número cromosómico básico de $x=9$, existiendo niveles de ploidía muy variables, desde tetraploide hasta dodecaploide. Sin embargo, son escasos los estudios citológicos y embriológicos realizados en las especies del género. Algunas fueron caracterizadas como sexuales y otras apomícticas. En general sobre las especies nativas de nuestros campos, es poca la información con la que se cuenta respecto a citogenética y sistemas reproductivos. La información sobre el nivel de ploidía, sistema de reproducción de las especies son datos cruciales para comprender la variación en las poblaciones naturales, para la recolección de recursos genéticos o para la iniciación de programas de mejoramiento (Caponio, 2000).

1.2.2 Características generales de la especie *Setaria poiretiana*. *Setaria poiretiana* conocida con el nombre común de pasto palmera es de crecimiento primavero-estival (primavera-verano), forma matas sedentarias laxas, de mediano porte, con forma de fuente, presenta hojas grandes, oval lanceoladas, plegadas, de color verde claro, florece en el verano y el otoño, en grandes inflorescencias espiciformes, arqueadas y verdes, que sobresalen por sobre la mata. En climas tropicales y subtropicales mantiene el follaje verde todo el año. En climas templados el follaje se seca parcialmente y rebrota en la primavera (Revista jardín,

2009). Esta planta de hojas acintadas largas con nervaduras marcadas recuerda a las frondas de ciertas palmeras. Crece en matas y florece con espigas tipo "cola de zorro"(Benedetti, 2010). El pasto palmera se desarrolla bajo sol, sombra ligera o sombra, suelos húmedos y bien drenados. Es apto para climas tropicales y subtropicales. Es una planta muy decorativa por sus grandes hojas plegadas y atractiva floración. Presenta aspecto tropical y acompaña especies de semisombra y humedad. Se puede plantar en grandes grupos, como cubresuelo bajo los árboles (Revista jardín, 2009).

1.2.3 Descripción taxonómica del pasto palmera. Reino: Plantae; **Filo:** Magnoliophyta; **Clase:** Liliopsida; **Orden:** Cyperales; **Familia:** Poaceae; **Género:** *Setaria*; **Especie:** *Setaria poiretiana* SCHULT. KUNTH

Figura 1. Cultivo de *Setaria poiretiana* en la granja los Naranjos, vereda La Venta, Municipio de Cajibío, Departamento del Cauca



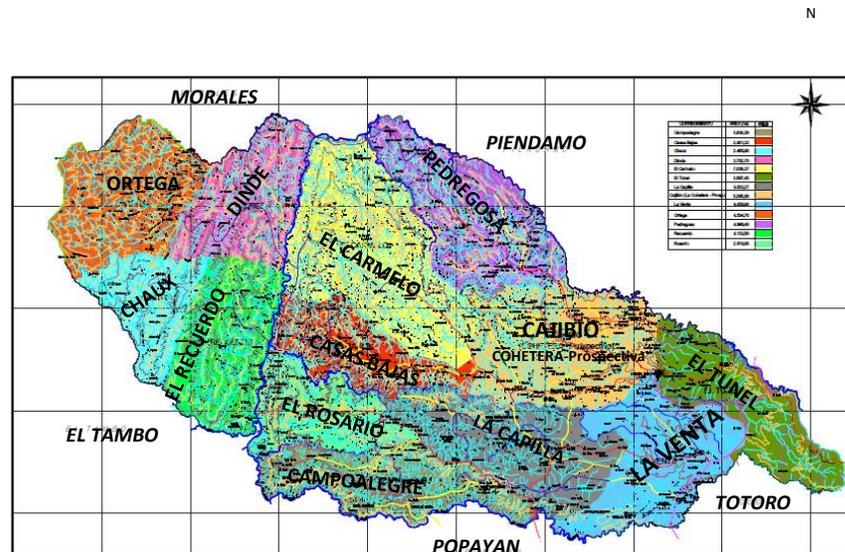
Fotos: Luis Charo

2. METODOLOGIA

2.1 LOCALIZACION

El trabajo se desarrolló en la granja Los Naranjos, de propiedad de la señora Ana Ilija Elvira y del señor Luis German Charo, ubicada en la vereda La Venta del corregimiento de La Venta municipio de Cajibío departamento del Cauca (figura 2).

Figura 2. Corregimiento de La Venta dentro del municipio de Cajibío donde se realizó el trabajo de investigación



Fuente: POT Cajibío 2002

2.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

El material vegetal (estolones y semillas) del pasto palmera fueron recolectados de plantas establecidas en territorio de la granja Los Naranjos, los estolones fueron sembrados en mayo de 2012.

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL EN ESTABLECIMIENTO DEL PASTO PALMERA

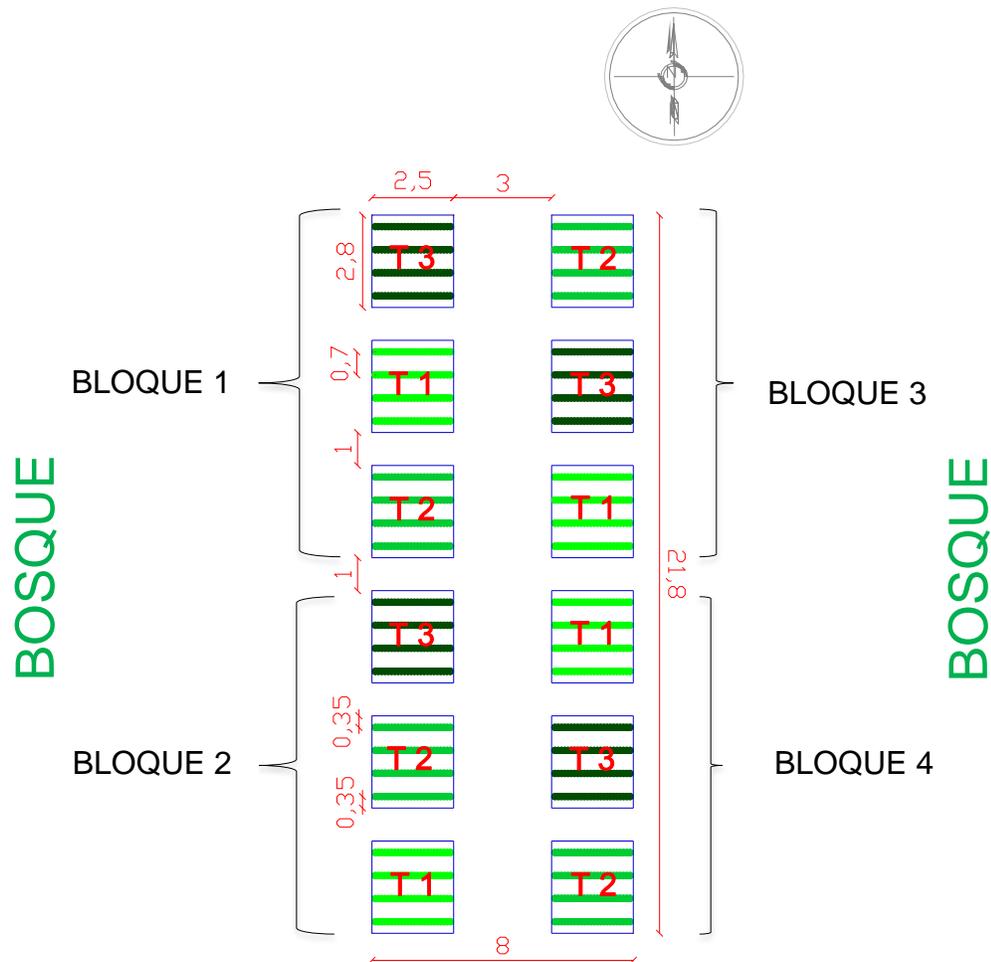
Para realizar el análisis de la mejor respuesta en el establecimiento y producción de *Setaria poiretiana* bajo tres ambientes diferentes de sombra, se trabajó el

diseño experimental de bloques completos al azar compuesto por 3 tratamientos y 4 bloques (repeticiones). Se trazaron por cada bloque 3 parcelas de 2.5x2.8 metros con una distancia de 1 metro entre estas y una distancia entre surcos de 0.7 metros, la distancia entre bloques fue de 1 x 3 metros (figura 3).

Tratamientos: T₁ libre exposición (100% de exposición solar); T₂ semisombra, con polisombra en franjas (70% de exposición solar); T₃ sombra, con polisombra completa (44% de exposición solar).

Bloques: el factor a bloquear fue las condiciones de intensidad lumínica dadas por el bosque en torno al proyecto

Figura 3. Distribución en campo de los tratamientos y repeticiones utilizados



Fuente: el presente trabajo, 2013

La siembra del pasto palmera se realizó a chorrillo con un traslape del 25%, utilizando 4 estolones por sitio, cada uno con 3 a 4 yemas desarrolladas, se utilizó cuyinaza (1 Kg/metro lineal) para el abonado de los surcos, la profundidad de siembra fue de 5 centímetros aproximadamente y la distancia entre surcos de 0.7 metros (figura 4).

Figura 4. Estolones de *Setaria poiretiana* utilizados en parcelas experimentales



Fotos: Luis Charo

Para generar los ambientes de semisombra y sombra se utilizó malla polisombra del 70%. Se realizó el sorteo para la designación de los diferentes ambientes de sombra dentro de cada bloque.

Para el ambiente de semisombra (T2) se instaló la polisombra en franjas de 35 cms de ancho y 10 cms entre franjas en sentido norte y sur con respecto a la salida y puesta del sol, las franjas de polisombra se ubicaron en zigzag para permitir la entrada intermitente de los rayos del sol, simulando un ambiente de semisombra que se puede generar bajo el dosel de los árboles (figura 5).

Figura 5. Tratamiento 2 con polisombra en franjas en parcelas experimentales



Fotos: Luis Charo

Para el ambiente de sombra (T3) se instaló polisombra completa cubriendo el total de la parcela, simulando un ambiente de sombra que se puede generar bajo el dosel de los árboles (figura 6).

Figura 6. Tratamiento 3 con polisombra completa en parcelas experimentales



Fotos: Luis Charo

En ambos ambientes de sombrío (semisombra y sombra) la polisombra se ubicó con respecto al suelo a una altura de 1.7 metros en el centro de la parcela y 1 metro en los lados, esto con el fin de permitir una cómoda realización de las labores al interior de la parcela y evitar que la sombra proyectada por una parcela con polisombra afecte a las parcelas cercanas, también se cubrieron los laterales a partir de un metro de altura con respecto al suelo (figura 7).

Figura 7. Altura de la polisombra con respecto al suelo en parcelas experimentales



Fotos: Luis Charo

2.4 PRUEBA DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DEL PASTO PALMERA

Para identificar el valor biológico de la semilla sexual de *Setaria poiretiana*, se realizó una prueba de germinación la cual consistió en 10 bandejas de icopor con algodón sobre las cuales se colocaron 100 semillas por cada bandeja. Las semillas utilizadas para la prueba se obtuvieron de las plantas madre que aportaron la semilla asexual para el ensayo.

2.5 DETERMINACIÓN DEL CONSUMO EN CUYES (*Cavia porcellus*) DEL PASTO PALMERA (*Setaria poiretiana*)

Para determinar el consumo en cuyes de *Setaria poiretiana*, se realizó una prueba la cual consistió en tomar el peso de 15 cuyes machos y 15 cuyes hembras a los cuales se les suministró forraje verde de pasto palmera a voluntad durante 11 días, se tomaron los contenidos de forraje verde al suministro y el rechazo cada 24 horas para calcular así su consumo con lo cual se concluyó sobre la palatabilidad y aceptación por los animales del pasto palmera. Esta fue una prueba exploratoria por lo tanto no obedeció a planteamiento de un diseño, se trató de una prueba de ensayo y error.

2.6 VARIABLES EVALUADAS

En la fase de establecimiento se realizó una evaluación a las 12 semanas. Una vez establecido el cultivo, se realizaron 3 evaluaciones de producción cada 8 semanas de las siguientes variables.

2.6.1 Vigor. Expresado por el estado de la planta, color, crecimiento y sanidad en una escala de 1 a 5, siendo 1 el peor y 5 el mejor. El patrón de comparación fue todo el ensayo (Toledo, 1982; Vivas, 2005).

2.6.2 Cobertura. Se registró en porcentaje por m² el área cubierta por el pasto palmera en los diferentes tratamientos.

2.6.3 Altura de las plantas. Se tomó la altura promedio por parcela de cada tratamiento en cada bloque, para lo cual se utilizó la cinta métrica, midiendo desde la superficie del suelo hasta el ápice o la curvatura de la última hoja.

2.6.4 Presencia de plagas. Para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones se determinó el daño ocasionado por insectos comedores de follaje, para lo cual se estimó el daño por medio de una escala que va de 1 a 4, así:

1. Presencia de algunos insectos: la parcela no presenta áreas foliares consumidas.
2. Daño leve: se observa en la parcela de 1 a 10% del follaje consumido.
3. Daño moderado: el consumo del follaje en la parcela es del 11 al 20%.
4. Ataque grave: más del 20% del follaje de la parcela ha sido consumido por el insecto. (Toledo, J. 1982)

2.6.5 Presencia de enfermedades. (Adaptado Toledo, J. 1982) Se recorrieron todas las parcelas. Se consideraron como plantas afectadas las que presentaron síntomas y se calificaron de 1 a 4, así:

1. Presencia de la enfermedad: < 5% de las plantas afectadas.
2. Daño leve: 5-20% de plantas afectadas.
3. Daño moderado: 20-40% de las plantas afectadas.
4. Daño severo o grave: más de 40% de las plantas afectadas.

2.6.6 Porcentaje de inflorescencia. Se realizó el conteo de plantas con inflorescencia cuando se obtuvo el 20% de estas sobre el total de plantas de una parcela experimental sin malla polisombra, tomando la altura promedio de 10 plantas escogidas al azar, para lo cual se utilizó la cinta métrica, midiendo desde la superficie del suelo hasta el ápice o la curvatura de la última hoja; asimismo se registró la longitud promedio de las espigas de las 10 plantas escogidas al azar, midiendo desde la inserción del pedicelo de la primera espiguilla con el tallo principal hasta la inserción del pedicelo de la última espiguilla con el tallo principal.

2.6.7 Producción de forraje verde. Esta variable se evaluó para saber qué cantidad de biomasa provee el pasto palmera por m². Para su realización se procedió a aforar el pasto presente en cada parcela perteneciente a cada tratamiento; según la distancia entre surcos, se determinaron cuantos metros lineales equivalen a 1m², es decir $1/0.7=1.428$ metros lineales equivalen a 1 m².

Para evaluar la cantidad de materia seca se tomaron submuestras de aproximadamente 200 gramos para el dato de peso forraje verde; las submuestras de cada parcela experimental fueron llevadas a un horno con ventilación controlada por un periodo de 72 horas a 60⁰ C, luego se les realizó un pesaje para determinar el peso de la submuestra después de ser sometida a secado. Finalmente con estos datos se estimó el porcentaje de materia seca y la proporción en gramos de materia seca por metro cuadrado.

2.6.8 Fotomorfogénesis de las hojas según los tratamientos. Esta variable se evaluó para determinar el efecto de la disponibilidad de luz solar sobre el largo y ancho de las hojas, para lo cual se midió el largo y ancho de diez hojas escogidas al azar de cada tratamiento por bloque. El ancho de la hoja se estimó entre los bordes de la parte mas ancha de esta y el largo se estimó entre la axila y el ápice de la hoja.

2.6.9 Composición nutricional mediante análisis bromatológico. Los análisis de calidad se realizaron en el laboratorio de nutrición animal del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, para el envío de las muestras se procedió al corte de las plantas de cada tratamiento sacando una muestra significativa (1000 grs aproximadamente) de cada parcela por bloque, a las muestras recolectadas se les realizó un picado para así formar una muestra homogénea y de esta se tomaron 500 grs, se empacaron en una bolsa de papel donde se les realizó un secado a 48 °C por 72 horas, para así ser enviadas. Posteriormente los análisis químicos se relacionaron mediante los siguientes protocolos.

- Contenido de proteína cruda (PC), Método de Kjendall

- Fibra en detergente neutro (FDN) y Fibra en detergente ácido (FDA) Van Soest, P.J. 1994. Nutricional Ecology of the Rumiant. 2nd. Ed. Cornell University press, 476.

Van Soest, P. J. And R.H. Wine. 1967. Use of detergent in the analysis of fibrous Feed. . IV the determination of plan cell-wall constituents. Journal of the Association Oficial of Analitycal Chemistry. 50.50.

Van soest, P.J. Roberson, J.B. and Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysacharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74.3583-3597.

•Digestibilidad in vitro de materia seca (%DIVMS) Tilley, J.M.A. and Terry, R. 1963. A two-stage technique for in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society. 18.104-111.

Moore, J.E. 1970. Procedure of the two-stage in vitro digestion of forage. University of the Florida, Department of Animal science.

2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis se procesaron los datos obtenidos durante la investigación en tablas de Excel; con estos se realizaron pruebas estadísticas mediante el programa IBM SPSS Statistics V20 para determinar las diferencias entre los tratamientos de las variables evaluadas y así definir la respuesta agronómica del pasto palmera con respecto a los tratamientos.

Se realizaron análisis de varianza ANOVA, se usaron para comparar entre si las medias de los resultados obtenidos, que evidencio si se registraba similitud de comportamientos; la prueba de promedios de Duncan se efectuó, con el fin de seleccionar el mejor tratamiento, permitiendo conocer la respuesta agronómica del pasto palmera a los diferentes sombríos.

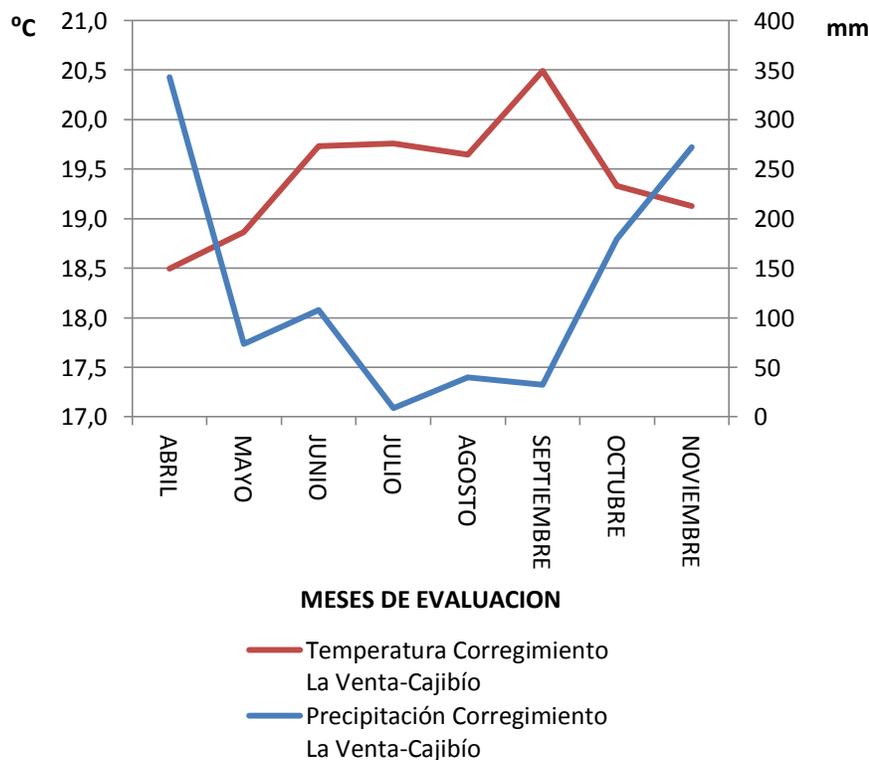
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados de la evaluación de las variables y la correspondiente discusión de los mismos con el ánimo de entender la respuesta de *S. poiretiana* a diferentes tipos de sombra.

3.1 CLIMA

La investigación se vio influenciada por la escasez de lluvias, donde las precipitaciones fueron bajas durante los meses de mayo hasta septiembre con lluvias entre 9-107,9 mm/mes, incrementándose las precipitaciones hacia los meses de octubre y noviembre con 179,7-271,8 mm/mes respectivamente (figura 8); la temperatura mostró una fluctuación inversa a la precipitación, registrándose temperaturas desde 18,5 hasta 20,5 °C (Venta Cajibío-Ideam, 2012).

Figura 8. Comportamiento de la Precipitación y temperatura del corregimiento de La Venta durante la investigación



Fuente: Estación Meteorológica VENTA DE CAJIBIO IDEAM 2012.

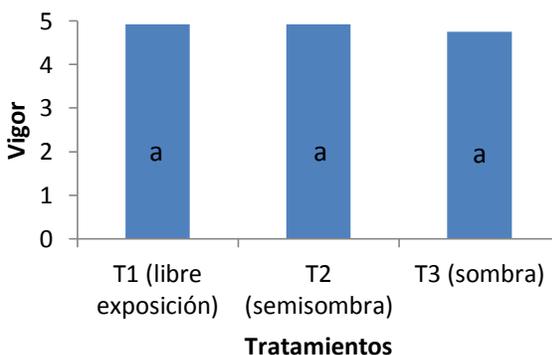
3.2 ANÁLISIS DE LA VARIABLES AGRONOMICAS EVALUADAS

3.2.1 Vigor. De acuerdo al análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas ($p=0.05$) para esta variable (ANEXO A), todos los tratamientos se encuentran con valores superiores a una media de 4,7 en la escala que va de 1 a 5 (figura 9), lo que indica la adaptabilidad que esta planta posee bajo diferentes niveles de sombrío en las condiciones edafoclimáticas del lugar donde se desarrollo el trabajo de investigación, ya que la planta manifestó todas las características que se traducen en la presencia de buen vigor en diferentes niveles de exposición solar.

El vigor no fue afectado por las diferentes intensidades lumínicas, probablemente debido a que la planta sufre una fotomorfogénesis a bajas intensidades de luz que le permite ampliar el área relativa de la hoja para la realización adecuada de la fotosíntesis, con lo cual la planta no se ve afectada en su estado general, color, crecimiento y sanidad (vigor), logrando así, ajustarse a los factores ambientales (temperatura, radiación solar, humedad, nutrientes) para hacer un mejor uso de estos.

En términos generales, el sombreamiento tiene un efecto más marcado sobre la tasa de crecimiento de las plantas forrajeras del tipo C4 (gramíneas tropicales) que el tipo C3 (gramíneas clima templado y leguminosas), el principal factor limitante para el crecimiento de pasturas en sistemas silvopastoriles es el nivel de sombra ejercido por los árboles y arbustos. Si bien en la mayoría de los casos, la tasa de crecimiento de las pasturas es menor cuando crecen bajo la copa de los árboles que a pleno sol, no todas las forrajeras responden de igual manera a la disminución de la energía lumínica. (Pezo e Ibrahim 1999).

Figura 9. Comportamiento del vigor durante la fase de producción



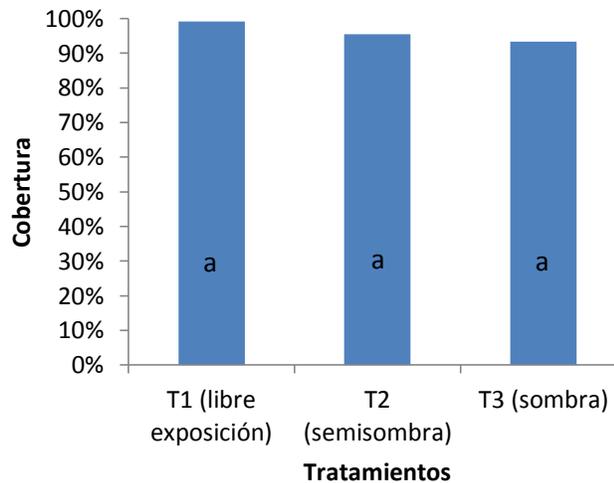
3.2.2 Cobertura. El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticas ($p=0.05$) para esta variable (ANEXO A), presentando todos los tratamientos medias superiores al 93% en cobertura (figura 10), lo cual demuestra la capacidad del pasto palmera para competir por luz, agua, minerales, entre otros, con arvenses nativas de la región bajo estos tres ambientes de sombrero con relación a un periodo de recuperación de 8 semanas.

En los tres ambientes de sombra, las plantas presentaron una cobertura alta; bajo una exposición de luz del 44% (T3), la planta manifestó un aumento en el tamaño (ancho y largo) de sus hojas, permitiéndole ampliar su área foliar relativa, pero presentándose una disminución en la densidad de plantas por área. De otro lado las plantas expuestas a libre exposición solar (T1), manifestaron hojas menos largas y anchas, pero con una densidad mayor de plantas por área en comparación a las plantas expuestas a 44% de luz (T3). Semisombra (T2) fue el intermedio entre tratamientos para tamaño de hoja y densidad de plantas. Aunque bajo las diferentes exposiciones de luz, ocurrieron cambios en el tamaño de hoja y densidad de las plantas, esto no afectó la cobertura, ya que en sombra se incrementó en el área foliar y a pleno sol en una mayor densidad de plantas.

Según Almorox (2010), La eficiencia de la interceptación de la radiación depende del grado de la densidad de la cubierta vegetal, de forma que la eficiencia se puede expresar en función de la superficie foliar (hojas verdes/superficie de terreno ocupado). Según aumenta el índice de área foliar, aumenta la eficiencia de la interceptación de la radiación hasta llegar a un valor máximo.

La capacidad de *S. poiretiana* en modificar el tamaño de las hojas según la disponibilidad de luz, posiblemente le permitió realizar una mejor eficiencia en la interceptación de la radiación, motivo por el cual *S. poiretiana* presentó un alto vigor en los tres ambientes de sombra, debido quizás a la buena cobertura que mostró en estos ambientes para lograr una eficiencia en la interceptación de la radiación solar.

Figura 10. Comportamiento de la cobertura durante la fase de producción



Wilson y Ludlow (1991) explican que el sombrero provoca cambios morfológicos y fenológicos en las especies forrajeras, los cuales funcionan como mecanismo de adaptación a la baja incidencia de radiación y la consiguiente reducción en el potencial fotosintético de la planta. Así, las especies forrajeras que crecen bajo sombra tienden a desarrollar hojas más largas, pero menos gruesas. Lo primero les ayuda a incrementar su habilidad competitiva para interceptar la luz, mientras que lo segundo les permite reducir su tasa de respiración.

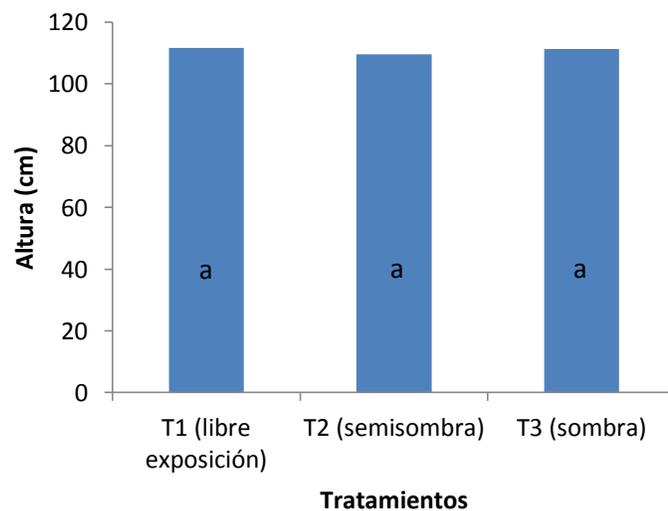
3.2.3 Altura. No se encontraron diferencias estadísticas ($p=0.05$) con respecto a esta variable (ANEXO A), presentándose alturas desde 109,6 cms hasta 111,6 cms (figura 11), por lo tanto, el sombrero al que fueron sometidas las plantas no afectó su crecimiento, lo anterior coincide con la información encontrada en la cual el pasto palmera se desarrolla bajo sol, sombra ligera o sombra (Revista jardín, 2009).

Sanderson et al. 1997, afirma que el sombreado provoca cambios morfológicos que actúan como mecanismos de adaptación a la baja incidencia de radiación solar ocasionando una disminución en el potencial fotosintético; para compensar esto, las especies que crecen bajo sombra moderada tienden a desarrollar hojas más largas pero menos gruesas para captar mayores niveles de luz.

El aumento de la longitud de las hojas de *S. poiretiana* como respuesta a la disponibilidad de luz ofrecida por los tratamientos, tal vez permitió que no se encontraran diferencias estadísticas para la altura de las plantas, ya que las hojas fueron mas largas en la medida que se redujo la disponibilidad de luz.

La mayoría de las especies forrajeras tropicales son plantas de “sol” y el sistema fotosintético de las gramíneas C4 no se satura ni con la máxima radiación solar. Sin embargo, hay especies de gramíneas y leguminosas tropicales que pueden adaptarse a niveles bajos de luminosidad; por ejemplo *Panicum maximum*, puede comportarse como planta de sombra (Ludlow y Wilson 1974). De igual manera *Setaria poiretiana* probablemente pueda adaptarse a diferentes ambientes de sombrío ya que estadísticamente las diferentes condiciones de luminosidad no afectaron su vigor, cobertura y altura.

Figura 11. Comportamiento de la altura durante la fase de producción



3.2.4 Plagas y enfermedades. No se realizaron análisis estadísticos para estas dos variables debido a que en los tres tratamientos se registraron para plagas el nivel 1, dentro de la escala que va de 1 a 4, lo cual determina que el cultivo de las parcelas experimentales no presentó daño ocasionado por insectos comedores de follaje, de manera similar, para la variable enfermedades, se registró 1 en la

escala que va de 1 a 4, es decir, no hubo evidencia aparente de enfermedades en el cultivo de cada tratamiento.

Por lo anterior se puede establecer que *Setaria poiretiana* es un pasto que presenta una buena sanidad bajo las condiciones de suelo y ambientales de la región donde se desarrollo el trabajo de investigación, posiblemente debido a la rusticidad que le confiere desarrollarse de manera silvestre en algunas zonas de bosque del municipio de Cajibío.

3.2.5 Porcentaje de inflorescencia. No se realizó análisis estadístico para esta variable debido a que el porcentaje de inflorescencia se estimó sobre una parcela sin malla polisombra de todo el diseño experimental, ya que la malla polisombra limitaba el libre desarrollo de la planta.

Setaria poiretiana alcanzó el 20% de inflorescencia con 2.3 metros de altura promedio y espigas de 33 centímetros promedio de largo, cuando presentaba 20 semanas desde el ultimo corte realizado (ANEXO C). *Setaria poiretiana* florece en grandes inflorescencias espiciformes, arqueadas y verdes, que sobresalen por sobre la mata. Es una planta muy decorativa por sus grandes hojas plegadas y atractiva floración (Revista jardín, 2009). Florece con espigas tipo "cola de zorro"(Benedetti, 2010).

3.2.6 Producción de forraje verde. En la producción de forraje verde por metro cuadrado se encontraron diferencias estadísticas ($p=0.05$) para esta variable (ANEXO B), encontrándose según la prueba de promedios de Duncan que el T1 (libre exposición) fue el de mayor producción de forraje verde con 4466 grs/m² seguido de T2 (semisombra) con 3303 grs/m² y T3 (sombra) con 2635 grs/m² (figura 12). El pasto palmera fue manejado como un cultivo por lo cual se realizaron abonamientos con cuyinaza (1 Kg/metro lineal) después de cada corte en todas las parcelas del diseño experimental.

Como ya se ha mencionado para la variable cobertura, la densidad de las plantas se redujo en la medida que se incrementó la sombra, generando mayor numero de plantas por metro cuadrado a mayor exposición solar, lo cual produjo un mayor peso en biomasa al realizar el aforo.

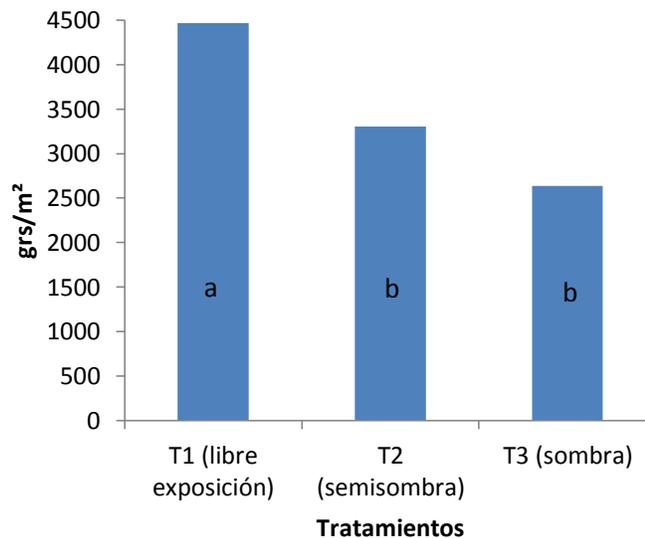
El argumento de que la luz ejerce efecto sobre la densidad de las plantas de *S. poiretiana*, esta sustentado además de la observación, en que el vigor, cobertura,

altura y porcentaje de materia seca, no mostraron diferencias estadísticas, por tanto, si las plantas expresaron un similar comportamiento en estas variables, la producción mayor de biomasa se debe quizá al mayor número de plantas presentes por metro cuadrado. Además, según Pearcy et al (2004) las plantas del sotobosque tienden a optimizar la captura de la escasa luz evitando el sombreado mutuo entre las hojas del follaje, lo cual probablemente se pueda lograr con un número menor de plantas por área.

Según Almorox (2010) el efecto del sombrero sobre la cantidad y calidad de radiación fotosintéticamente activa influye sobre la producción de biomasa, incrementándose la producción de forraje a mayor exposición solar.

En respuesta de las plantas a la disponibilidad luz, la plasticidad se expresa generalmente como una producción de pocas hojas, más grandes y más delgadas en la sombra respecto al sol (Valladares 1999).

Figura 12. Comportamiento de la producción de forraje verde durante la fase de producción



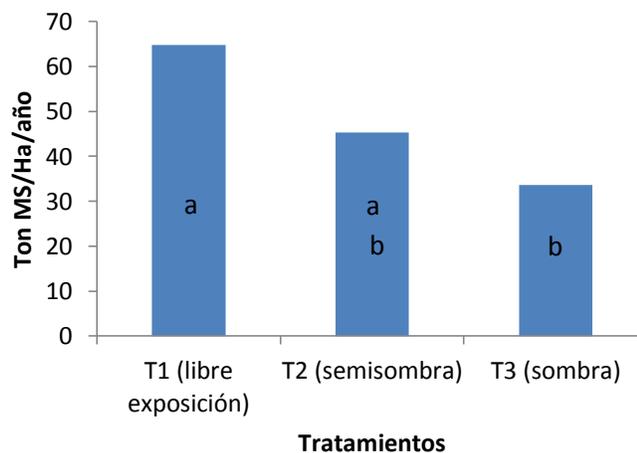
3.2.7 Porcentaje y producción de materia seca. El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticas ($p=0.05$) para la variable porcentaje de materia seca (ANEXO A). Sin embargo, matemáticamente se observó una mínima diferencia (ANEXO B) correspondiente a T1 con 23% de MS, T2 con 21% de MS y T3 con 20% de MS. Páez, et al (1994) y Giraldo, et al (1995), expresan que el aumento de la sombra en los pastizales produce una reducción del contenido de

materia seca como resultado de la disminución de las concentraciones de carbohidratos solubles y la estimulación del aumento del contenido de humedad en el pasto. Castro (1996), afirma que las gramíneas cultivadas bajo sombra son más succulentas y consecuentemente poseen menor contenido de materia seca.

En cuanto a la producción de materia seca, la proyección forrajera de acuerdo a los aforos e intervalo entre cortes (6 cortes/año) realizados estaría para el T1 (libre exposición) con 64,78 Ton MS/Ha/año, seguido de T2 (semisombra) con 45,34 Ton MS/Ha/año y T3 (sombra) con 33,64 Ton MS/Ha/año (figura 13).

Según Almorox (2010), la producción potencial final de un cultivo, expresada como materia seca total y considerando que no hay ningún otro factor limitante, será función de la cantidad de radiación fotosintéticamente activa interceptada. Por lo tanto, posiblemente la mayor radiación interceptada en el T1 (libre exposición) produjo un incremento en la producción de materia seca, debido a la mayor densidad de plantas por área que permitió un aforo con un peso superior en comparación a los demás tratamientos.

Figura 13. Proyección de la producción de materia seca a un año

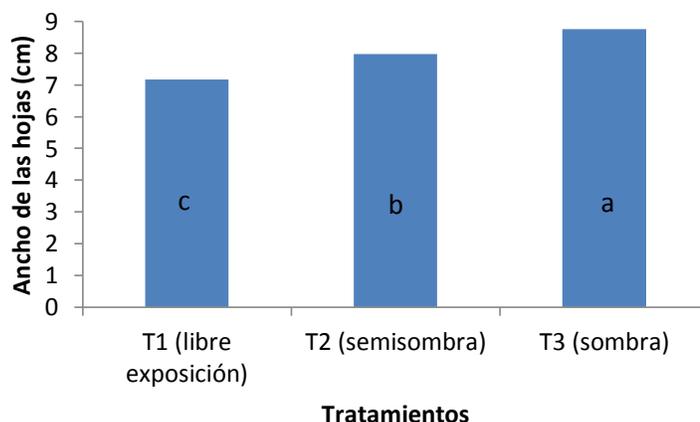


Según las proyecciones forrajeras, la producción en materia seca de *S. poiretiana* sería superior a la reportada en la especie *Setaria sphacelata* en Argentina por Mas (2007), donde se alcanzaron producciones de hasta 28 toneladas de MS/Ha/año a pleno sol, e incluso superior a la producción reportada en Colombia por Peters *et al* (2011), donde se obtuvo entre 10 y 25 toneladas de MS/Ha/año de *Setaria sphacelata*. Es importante destacar la cantidad de materia seca que se

puede obtener con la especie *S. poiretiana*, pues aún bajo condiciones de luminosidad del 44% (T3), superaría la cantidad de forraje producido por *S. sphacelata* y algunas otras especies forrajeras descritas por Peters *et al* (2011) en el boletín: especies forrajeras multipropósito.

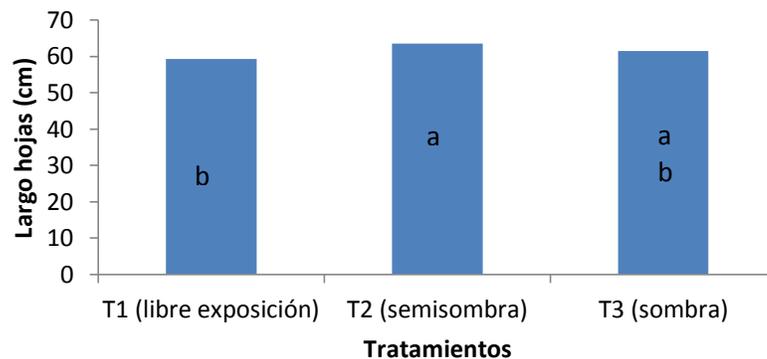
3.2.8 Fotomorfogénesis de las hojas según los tratamientos. La fotomorfogénesis hace referencia a la influencia de la luz sobre el desarrollo de la estructura de las plantas (Almorox, 2010); para este caso sobre el ancho de las hojas, el análisis determinó que existen diferencias estadísticas ($p=0.05$) entre tratamientos por efecto de los diferentes sombríos (ANEXO B), presentándose de acuerdo a la prueba de promedios de Duncan, las hojas más anchas en el T3 (sombra) con 8.75 cm, el T2 (semisombra) con 7.97 cm y hojas menos anchas para el T1 (libre exposición) con 7.17 cm (figura 14).

Figura 14. Comportamiento del ancho de las hojas durante la fase de producción



Con respecto al largo de las hojas el análisis mostró que existen diferencias estadísticas ($p=0.05$) para esta variable (ANEXO B), estableciendo la prueba de promedios de Duncan que la mayor longitud de hoja la obtuvo el T2 (semisombra) con 63 cms, seguido del T3 (sombra) con 61 cms y T1 (libre exposición) con 59 cms (figura 15).

Figura 15. Comportamiento de la variable longitud de las hojas durante la fase de producción



El aumento del área relativa de la hoja y de la asignación de biomasa aérea a bajas intensidades de luz incrementa la captura de fotones al maximizar la superficie fotosintéticamente activa (Crawley 1997), por ende el pasto palmera posiblemente desarrolló el ancho y largo de la hoja en relación a las limitaciones de luz generadas por los tratamientos (figura 16).

Figura 16. Plasticidad fenotípica en *Setaria poiretiana*



Foto: Luis Charo

La figura 16 muestra las variaciones en el ancho y largo de la hoja creciendo en diferentes ambientes de intensidad luminosa: 100%, 70% y 44% de luz. En condiciones de sombra se aumenta la superficie de captación de radiación, esta diferencia en el ancho y largo de las hojas con respecto a los tratamientos, se

debe probablemente a que las plantas sufren cambios morfológicos como mecanismos de adaptación a la baja disponibilidad de luz; esta adaptación incluye el aumento en el índice de área foliar, mejor distribución del área foliar en altura, coeficientes de extinción de luz más bajos y reducción en la tasa de respiración (Wong y Wilson 1980). Esta capacidad de un único genotipo de exhibir un rango de fenotipos en respuesta a la variación en el ambiente (Schmalhausen 1949, Pigliucci 2001), es lo que se define como plasticidad fenotípica, es decir, el conjunto de fenotipos alternativos en respuesta a factores no genéticos.

3.2.9 Composición nutricional mediante análisis bromatológico. En el centro experimental del CIAT, se realizó el análisis bromatológico para el pasto palmera (*Setaria poiretiana*), (cuadro 1).

Cuadro 1. Contenido nutricional del pasto palmera (*Setaria poiretiana*)

PASTURA	% P.C	DIVMS	FDN	ADF
<i>Setaria poiretiana</i>	14.6	60.93	63.1	31.66

Donde: **PC** Proteína Cruda, **DIVMS** Digestibilidad In Vitro De La Materia Seca, **FDN** Fibra Detergente Neutro, **ADF** Fibra Detergente Acida.

3.3 PRUEBA DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DEL PASTO PALMERA

Esta prueba se realizó para conocer el porcentaje de semillas germinadas sin hacer uso de algún método de escarificación debido al pequeño tamaño que presenta la semilla, ya que se determinó mediante balanza analítica, que un gramo contiene aproximadamente 2897 semillas y una espiga contiene aproximadamente 4616 (1.59 gramos) semillas de *Setaria poiretiana*.

Para esta prueba se pusieron a germinar 1000 semillas distribuidas en 10 bandejas de icopor, cada bandeja con 100 semillas. El porcentaje promedio de germinación fue del 8.7%, registrándose entre el 0% a 19% de germinación (cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de germinación de la semilla de *Setaria poiretiana* en cada una de las diez bandejas de icopor

# Bandeja	Fecha de recolección	Fecha de siembra	Germinación %
1	15/11/2012	15/11/2012	15%
2	15/11/2012	17/11/2012	5%
3	15/11/2012	19/11/2012	16%
4	15/11/2012	15/11/2012	1%
5	06/12 2011	19/11/2012	2%
6	8/07/2012	15/11/2012	8%
7	8/07/2012	15/11/2012	13%
8	15/11/2012	19/11/2012	8%
9	8/07/2012	19/11/2012	0%
10	15/11/2012	15/11/2012	19%

Bajo condiciones naturales se puede observar en campo el buen número de plántulas en crecimiento generadas por propagación sexual, lo cual no se presentó al realizar la prueba de germinación, esto puede ser debido al gran número de semillas que posee una inflorescencia, ya que aun siendo el porcentaje de germinación bajo el número de semillas germinadas por espiga será significativo.

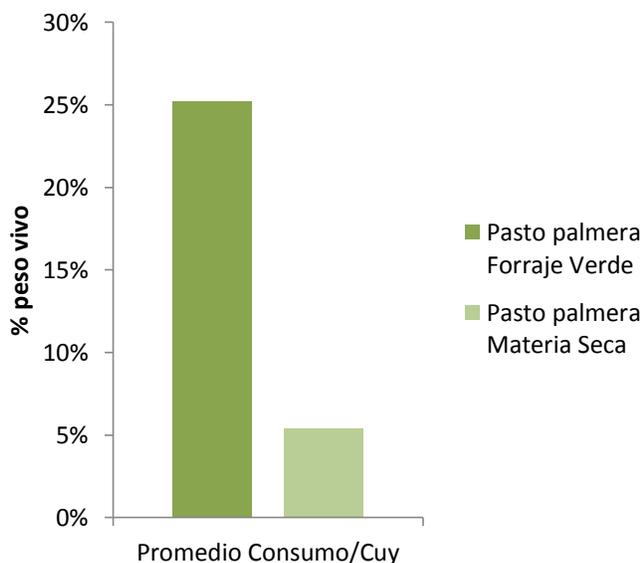
3.4 ANÁLISIS DE LA DETERMINACIÓN DEL CONSUMO EN CUYES (*Cavia porcellus*) DEL PASTO PALMERA (*Setaria poiretiana*)

En la granja Los Naranjos para la crianza de cuyes se maneja una alimentación mixta distribuida en dos raciones diarias, la primera en horas de la mañana la cual contiene forraje más concentrado y la segunda en horas de la tarde que se basa solo en forraje; para los 30 cuyes (15 hembras y 15 machos) seleccionados para la determinación del consumo del pasto palmera se utilizó el mismo sistema de alimentación (mixta), siendo el pasto palmera el forraje suministrado a voluntad al igual que el agua de bebida y suministro restringido de concentrado. Se seleccionaron para esta prueba de consumo cuyes de la línea genética Andina e Inti, con un peso promedio de 1000 gramos (ANEXO D) tanto en hembras como en machos, para así determinar el consumo general en la especie *Cavia porcellus*; el suministro de concentrado (concentrado comercial + mogolla de trigo, sal mineralizada; con 17,3% PC y 2900 ED (Kcal/Kg)) fue de 40 gramos/cuy/día.

Los cuyes consumieron el 5.4% de su peso vivo en materia seca de *Setaria poiretiana* lo que corresponde al 25.2% de su peso vivo en forraje verde de la

misma (figura 17). La conversión alimenticia en base a materia seca lograda con *Setaria poiretiana* fue 7.7:1, siendo la ganancia de peso promedio de 7.73 gramos/día/cuy (cuadro 3)

Figura 17. Consumo de *Setaria poiretiana* en cuyes (*Cavia porcellus*) según el porcentaje de peso vivo



Cuadro 3. Efecto del pasto palmera sobre el peso y conversión alimenticia en la especie *Cavia porcellus*

Forraje	CMD, grs/día		GMD, grs	Conversión Alimenticia		Consumo según % PV	
	MV	MS		MV	MS	MV	MS
<i>S. poiretiana</i>	278,35	59,38	7,73	36,0:1	7,68:1	25,2%	5,4%

CMD = consumo medio diario; GMD = ganancia media diaria; MV = materia verde y MS = Materia seca.

Lo anterior establece que el pasto palmera puede ser utilizado como forraje para la crianza de cuyes, ya que su consumo esta dentro de lo estándares manejados por diferentes trabajos de investigación en nutrición y alimentación de la especie *Cavia porcellus*. De la misma manera, la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia alcanzada con este forraje es apropiada (ANEXO C) para la edad, peso y línea genética de los animales utilizados en esta prueba. Aunque no se trabajaron comparaciones con los otros forrajes del sistema productivo, la

conversión alimenticia y ganancia diaria de peso alcanzada con *Setaria poiretiana* es similar, al igual que el consumo de forraje verde que esta entre 250-300 gramos/cuy/día en animales con un peso aproximado de 1000 gramos utilizando gramíneas como: Guatemala, telembí, imperial, kingrass, elefante.

Diferentes investigaciones (Araníbar et al, 2009) realizadas en Perú con una alimentación mixta (forraje+50 gramos de concentrado) para determinar la palatabilidad y consumo en cuyes de ciertas especies vegetales expresan que estos tuvieron el mismo comportamiento en el consumo de alimento que en la prueba de palatabilidad (cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de diferentes forrajes sobre los parámetros productivos en la especie *Cavia porcellus*

Forrajes	CMD, grs/día		GMD, grs	Conversión Alimenticia		Consumo según % PV	
	MV	MS		MV	MS	MV	MS
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	190.4	53.9	10.4	18.4:1	5.2:1	19,5%	3,8%
Kudzú (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	167.2	52.8	8.7	19.3:1	6.1:1		
Poró (<i>Eritrina sp</i>)	141.2	43.3	7.1	20.2:1	6.2:1		
Guinea (<i>Panicum maximum</i>)	254.8	51.4	7.7	32.9:1	6.7:1	37,0%	4,6%
Gramma común (<i>Paspalum sp</i>)	188.4	49.3	6.8	27.6:1	7.3:1		
Tabaquillo (<i>Aegiphila sp</i>)	111.0	39.4	3.4	32.9:1	11.7:1		

CMD = consumo medio diario; GMD = ganancia media diaria; MV = materia verde y MS = Materia seca.

Fuente. (Araníbar et al, 2009).

Se reporta una conversión de 5.8:1 para *Medicago sativa*, una conversión alimenticia de 9.15:1 para *Panicum máximo*, mientras que con *Pueraria phaseoloides* se obtiene un 8.4:1 (González 1976) y un 7.5:1 para *Eritrina sp* (Yaringaño 1984). La conversión de 7.7:1 alcanzada con *S. poiretiana* es adecuada si la comparamos con las conversiones logradas con otros forrajes descritas por los autores anteriormente señalados, teniendo presente que la cantidad de concentrado utilizado por animal fue mayor que la utilizada en este trabajo.

De la misma forma el consumo voluntario en materia seca de la grama china (*Sorghum halepense*) corresponde al 5.65% del peso vivo del animal (INIA, 1991). De manera general un cuy consume el 30% de su peso vivo en forraje verde, según lo afirmado por Rico y Rivas (2000).

Estas diferencias en la conversión alimenticia son el resultado de la suma de factores influyentes, considerándose al potencial genético (Chauca, 1994) como uno de los más importantes, además de factores alimenticios como la densidad energética del alimento, aporte nutricional, cantidad ofrecida, digestibilidad y estadio vegetativo del forraje (Cañas, 1995).

La regulación del consumo voluntario lo realiza el cuy en base al nivel energético de la ración. Una ración mas concentrada nutricionalmente en carbohidratos, grasas y proteínas determinan un menor consumo. Un factor que influye sobre el consumo de alimento *ad libitum* es el contenido de agua presente en el forraje (Mamani, 1997).

La utilización de *S. Poiretiana* como forraje en la alimentación de cuyes no solo permitió una ganancia de peso adecuada a la edad y genética del animal, además no se evidenció mortalidad durante el tiempo que fue suministrado el forraje, teniendo presente que el pasto se suministró a los cuyes el mismo día en que fue cosechado, lo cual es importante ya que los forrajes generalmente deben tener un periodo de deshidratación de 24 horas para evitar el timpanismo en cuyes (ECO, 2009).

3.5 ANÁLISIS DE CORRELACIONES ENTRE TRATAMIENTOS Y LAS VARIABLES EVALUADAS.

En el cuadro 5 se muestran las correlaciones entre las variables evaluadas en la investigación. Existe una correlación positiva importante entre la producción de materia seca con el vigor, cobertura y altura. De manera similar, la producción de materia seca presentó una correlación positiva con la humedad relativa, pero negativa frente al ancho de la hoja; la mayor producción de materia seca se presentó a libre exposición solar en el cual se registró el menor ancho de hoja, encontrándose una densidad mayor de plantas en comparación con los demás tratamientos, lo que permitió una mayor producción.

Cuadro 5. Correlación de las variables evaluadas

		Vigor	Cobertura	Altura	Pn.FV. m2	Pn.MS. m2	Porcentaje .MS	Lux	HR	Temp. Ambiente	Temp. Suelo	Ancho .Hoja	Largo .Hoja
Vigor	Correlación de Pearson	1	,841**	,484**	,433**	,364**	,279	-,018	,325	-,237	-,034	-,301	,005
	Sig. (bilateral)		,000	,003	,008	,029	,099	,916	,053	,164	,846	,074	,979
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Cobertura	Correlación de Pearson	,841**	1	,669**	,587**	,466**	,245	,048	,436**	-,182	,011	-,375**	-,110
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,004	,149	,783	,008	,287	,948	,024	,522
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Altura	Correlación de Pearson	,484**	,669**	1	,608**	,570**	,339	-,414*	,705**	-,606**	-,321	,049	-,042
	Sig. (bilateral)	,003	,000		,000	,000	,043	,012	,000	,000	,056	,777	,809
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Pn.FV.m2	Correlación de Pearson	,433**	,587**	,608**	1	,915**	,553**	,002	,673**	-,427**	,056	-,471**	,009
	Sig. (bilateral)	,008	,000	,000		,000	,000	,993	,000	,009	,744	,004	,957
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Pn.MS.m2	Correlación de Pearson	,364**	,466**	,570**	,915**	1	,817**	-,103	,734**	-,558**	-,106	-,396**	,058
	Sig. (bilateral)	,029	,004	,000	,000		,000	,550	,000	,000	,538	,017	,736
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Porcentaje.MS	Correlación de Pearson	,279	,245	,339	,553**	,817**	1	-,196	,604**	-,570**	-,250	-,200	,212
	Sig. (bilateral)	,099	,149	,043	,000	,000		,252	,000	,000	,142	,242	,214
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Lux	Correlación de Pearson	-,018	,048	-,414*	,002	-,103	-,196	1	-,448**	,764**	,661**	-,734**	-,270
	Sig. (bilateral)	,916	,783	,012	,993	,550	,252		,006	,000	,000	,000	,111
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
HR	Correlación de Pearson	,325	,436**	,705**	,673**	,734**	,604**	-,45*	1	-,668**	-,291	-,069	,076
	Sig. (bilateral)	,053	,008	,000	,000	,000	,000	,006		,000	,086	,691	,659
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
T.Ambiente	Correlación de Pearson	-,237	-,182	-,61*	-,427**	-,558**	-,570**	,764**	-,668**	1	,607**	-,363**	-,296
	Sig. (bilateral)	,164	,287	,000	,009	,000	,000	,000	,000		,000	,030	,080
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
T.Suelo	Correlación de Pearson	-,034	,011	-,321	,056	-,106	-,250	-,661**	-,291	-,607**	1	-,550**	-,321
	Sig. (bilateral)	,846	,948	,056	,744	,538	,142	,000	,086	,000		,001	,056
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Ancho.Hoja	Correlación de Pearson	-,301	-,375**	,049	-,471**	-,396**	-,200	-,73*	-,069	-,363**	-,55**	1	,214
	Sig. (bilateral)	,074	,024	,777	,004	,017	,242	,000	,691	,030	,001		,210
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Largo.Hoja	Correlación de Pearson	,005	-,110	-,042	,009	,058	,212	-,270	,076	-,296	-,321	,214	1
	Sig. (bilateral)	,979	,522	,809	,957	,736	,214	,111	,659	,080	,056	,210	
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

La radiación solar (grados lux) mostró una correlación negativa frente a altura y ancho de hoja, pues como se explicó anteriormente, el grado de interferencia al paso de luz, provocó una modificación en el largo y ancho de la hoja que tal vez interfirió directamente en la altura de la planta al ser sometida a sombrío.

También la radiación solar presentó una correlación entre humedad relativa, temperatura ambiente y temperatura del suelo, pues quizá, estas fueron establecidas por la utilización de polisombra (T2, T3), ya que esta redujo la entrada de los rayos solares hacia las plantas y superficie del suelo, generando una temperatura menor y por ende incrementando la humedad relativa en comparación con las parcelas experimentales donde no se utilizó sombrío; este sombrío posiblemente haya reducido la transpiración en las plantas, ya que esta

aumenta de forma paralela a la radiación solar y a la temperatura, pero con cierto retraso, sin embargo, después del mediodía presenta sus valores máximos, disminuyendo a medida que aumenta la humedad relativa del aire, en las horas de la tarde (Cutter, 1986) en la medida que se oculta el sol. Esto fue confirmado por Murtagh y Hallingan (1987) quienes encontraron que la respiración de gramíneas disminuyó a menos de una tercera parte al bajar de 30 a 15°C la temperatura ambiente.

Existe una correlación negativa entre la temperatura ambiente con la altura de las plantas; la radiación solar al incrementar la temperatura acelera la velocidad de transpiración, ya que a pleno sol, en las horas de mayor intensidad de radiación, y donde la llegada de la luz solar total no está acompañada por un ligero movimiento del viento, la temperatura se eleva, ocurre un estrés hídrico, se cierran los estomas y finalmente se reduce la capacidad fotosintética de las plantas que se traduce en una disminución de los azúcares (Smith, 1981, 1985); posiblemente el ambiente generado por la sombra artificial propicia un mejor desarrollo de las plantas al evitar la reducción de la capacidad fotosintética por efecto de los rayos directos del sol sobre la planta.

Hay reportes que una pastura creciendo bajo diferentes coberturas arbóreas, presenta notables incrementos en calidad nutricional (más proteína cruda y menos carbohidratos estructurales), manteniendo el mismo rendimiento en materia seca que pasturas a libre exposición (Daccarett y Blydenstein, 1968; Wilson, 1982; Bustamante, 1991; Belsky, 1992; Carvalho et al., 1994; Zelada, 1996). Posiblemente esto esté relacionado con una mayor eficiencia en el uso de la radiación solar ya que pastos bajo sombra moderada mejoran su relación entre fotosíntesis y respiración (Cruz, 1997), especialmente en pasturas altamente adaptadas a la zona ecuatorial.

4. CONCLUSIONES

Setaria poiretiana presentó en los tres tratamientos de sombrío un buen comportamiento agronómico para las variables vigor, cobertura, altura, plagas, enfermedades y porcentaje de materia seca, para las cuales no se encontraron diferencias estadísticas. A diferencia de lo anterior, para la variable producción de materia seca, se encontró diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo el T1 (libre exposición) el de mayor producción con 64,78 Ton MS/Ha/año, seguido de T2 (semisombra) y T3 (sombra) con 45,34 y 33,64 Ton MS/Ha/año respectivamente.

Setaria poiretiana es una especie que puede ser utilizada en sistemas agroforestales, pues bajo una intensidad de luz del 44%, su producción en materia seca (33,6 ton/Ha/año), es significativa si se compara con gramíneas de uso común cultivadas a pleno sol.

La semilla sexual de *Setaria poiretiana* presentó una baja germinación en la prueba sin hacer uso de algún método de escarificación, por lo tanto es necesario realizar pruebas de germinación bajo métodos de escarificación que permitan lograr una mayor germinación de la semilla ya que sería menos dispendiosa la propagación de *Setaria poiretiana* por semilla sexual que por estolones.

Setaria poiretiana puede ser utilizada como forraje para la alimentación animal, su utilización como forraje en la especie *Cavia porcellus* presentó aceptación por estos; además, la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y consumo de *Setaria poiretiana* es adecuada a la edad, peso y línea genética de los animales, obteniéndose resultados similares a los alcanzados con los demás forrajes manejados en la finca; asimismo, el consumo de *Setaria poiretiana* por los cuyes no les generó efectos perjudiciales (diarrea, timpanismo, entre otros) al suministrarlo recién cosechado.

5. RECOMENDACIONES

Cultivar *Setaria poiretiana* bajo sombra moderada y/o a pleno sol ya que su desarrollo no se ve afectado entre estos ambientes de sombrío, manteniendo una producción de biomasa considerable siempre y cuando se realice un abonado en cada corte del pasto.

Utilizar *Setaria poiretiana* como forraje para la alimentación animal, pues en la especie *Cavia porcellus* presentó una buena aceptación sin manifestarse efectos perjudiciales en los animales y generando una ganancia de peso similar a los obtenida con otras especies forrajeras.

Realizar pruebas de germinación haciendo uso de métodos de escarificación para conocer el valor biológico de la semilla de *Setaria poiretiana*, ya que es menos dispendioso la siembra de semilla sexual que la utilización de estolones para su propagación. Además, el bajo porcentaje de germinación que presentó la semilla de *Setaria poiretiana* en la prueba sin hacer uso de métodos de escarificación, hace necesario la implementación de estos métodos.

Evaluar el pasto palmera (*S. poiretiana*) en otras especies animales por ser una planta desconocida.

Es necesario profundizar sobre el estudio de especies vegetales forrajeras que puedan presentar tolerancia a la sombra, que permitan generar sistemas integrales para desarrollar una producción animal ecológicamente sostenible, económicamente rentable y socialmente responsable, donde puedan interactuar árboles, arbustos, cultivos y animales.

BIBLIOGRAFIA

ALMOROX, Javier. Efecto de la radiación sobre las plantas. Universidad Politécnica de Madrid. [en línea]. Ingeniería Agroforestal. 2010. [citado en 12 noviembre de 2012]. Disponible en Internet: <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-3/efecto-de-la-radiacion-sobre-las-plantas.pdf/view?searchterm=efecto%20de%20la%20radiacion%20sobre%20las%20plantas>

ARANÍBAR MARCELINO J, MARLENI MAMANI, HEIDI K. ARANÍBAR, ANTONIO QUINTO. A pesar de que los cuyes (*Cavia porcellus*) comen de todo, ellos saben lo que comen, Perú. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano (UNAP), 2009.

BELSKY AJ. 1992. Effects of trees on nutritional quality of understory gramineous forage in tropical savannas. Trop Grassl 26:12-20.

BENEDETTI, Guido. Pasto palmera *Setaria poiretiana*. Vivero virtual. [en línea]. 2010. [citado en 15 septiembre de 2011]. Disponible en internet: <http://www.viveronet.com.ar/ficha.php?cual=195>

BUSTAMANTE, J. 1991. Evaluación del comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) y solas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 131 p.

CALDERÓN, E. 1997. Especies de plantas superiores amenazadas. En: Informe Nacional sobre el estado de la diversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt", Bogotá D. C.

CAÑAS, R. Alimentación y Nutrición Animal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Edit. Alfabeto Impresiones. Santiago, Chile. 1995.

CAPONIO, Irene. Estudios citoembriológicos en *Setaria pflanzii* Pensiero. Universidad Nacional del Nordeste. [en línea]. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000. [citado en 06 de octubre de 2011]. Disponible en internet: http://www1.unne.edu.ar/cyt/2000/5_agrarias/a_pdf/a_048.pdf

CARVALHO MM, FREITAS V, ALMEIDA DS, VILLAÇA H. 1994. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composicao mineral da forragem em pastagens de braquiaria. Rev Soc Bras Zoot 23(5): 709-719.

CASTRO-DÍEZ, P; CORNELISSEN, J; Y HUNT, R. 1996. Seedling growth, allocation and leaf attributes in a wide range of woody plant species and types. Journal of Ecology (84):755-765.

CHARO, Luis. Registro Herbario Universidad del Cauca: Colombia. Cauca. Mpio de Cajibío, Vereda la Venta, finca Los Naranjos, 1765 m, 08 Julio 2012, Luis Edibar Charo 01 (CAUP).

CHAUCA, L. Investigaciones en Cuyes. Resúmenes. Serie Informe Técnico N° 6 – 94. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima, Perú. 1994.

CRAWLEY MJ (1997) Life history and environment. En: Crawley MJ (ed). Plant Ecology: 73-131. Blackwell, Oxford.

CRUZ P. 1997. Effect of shade on the growth and mineral nutrition of a C4 perennial grass under field conditions. Plant Soil 188(2):227-237.

CUTTER, E.G. 1986. Anatomía Vegetal. Parte I. Células e Tecidos. 2a. ed. Liv.Roca. Brasil.

DACCARETT, M Y BLYDENSTEIN, J. 1968. La influencia de árboles leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. Turrialba, 18(4): 405-408.

DÍAZ PIEDRAHIRA, S. 2000. Matís y los dos Mutis. Orígenes de la anatomía vegetal y de la sinanterología en América. Colección Enrique Pérez Arbeláez Nro. 14, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá D. C.

ECO. Manual crianza de cuyes. Centro de Ecología y Género. Perú. 2009. [citado en 03 de febrero de 2013]. Disponible en internet: <http://centroeco-peru.org/wp-content/uploads/2009/04/manualcrianzacuyes.pdf>

FUNDACIÓN WIKIMEDIA. Poaceae. [en línea]. Actualizada 17 de febrero de 2012. [citado en 11 de marzo de 2012]. Disponible en internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Poaceae>

_____. Setaria [en línea]. Actualizada 04 de diciembre de 2010. [citado en 06 de octubre de 2011]. Disponible en internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Setaria>

GAMARRA, José. La economía del departamento del Cauca: concentración de tierras y pobreza. Documento de trabajo sobre la economía regional, 2007. p 6-48

GARCIA, U; LASTRA y SALAS. Estudios en gramíneas (poaceae) de Colombia: veinte novedades corológicas. Dirección Nacional de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia [en línea], sede Bogotá, 2005. [citado en 06 de octubre de 2011]. Disponible en internet: http://www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasias/27_1/Not2.pdf

GIRALDO CAÑAS, Diego. Gramíneas (poaceae) ornamentales y usadas en artesanías en Colombia. [en línea]. Polibotánica, núm. 30, septiembre, 2010, pp. 163-191 Instituto Politécnico Nacional México. [citado en 11 octubre de 2011]. Disponible en internet: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=62114250011>

GIRALDO, L. A.; BOTERO, J.; SALDARRIEAGA, J. & DAVID, P. 1995. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural en la región atlántica de Colombia. Agroforestería en las Américas. Año 2, No 8, P. 14

GONZÁLES, A. Alimentación de cobayos (*Cavia cobayo*) empleando asociación de Gramíneas y Leguminosas en Tingo María. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 1976.

IDEAM. Estación meteorológica VENTA DE CAJIBÍO COD. 2602509. Diario de Observaciones Meteorológicas, 2012.

INIA. Proyecto Sistemas de Producción de Cuyes, Perú. 1991, Instituto de Investigación Agraria.

JIMÉNEZ B., L. 2002. Lista de las colecciones colombianas de *Rubiaceae* depositadas en el Herbario Nacional Colombiano (COL). *Caldasia* 24: 41-64.

LUDLOW, M.M., WILSON, G.L. AND HESLEHURS, M.R. 1974. Studies on the productivity of tropical pasture plants. V-Effect of shading on growth, photosynthesis and respiration in two grasses and two legumes. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, 25(3):425-433.

MAMANI, O. Digestibilidad in vivo de cañihua germinada, cebada germinada, forraje hidropónico de cebada y alfalfa verde en cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. UNAP-Perú. 1997.

MAS, Carlos. *Setaria sphacelata*. Una gramínea a tener en cuenta. Sitio Argentino de Producción Animal. Abril 2007 - Revista INIA.

MURTAGH GJ, HALLINGAN G. 1987. Components of growth and dark respiration of kikuyu (*Pennisetum clandestinum* Chiov.) at various temperatures. *Ann Bot* 59(2):149-157.

PÁEZ, A., GONZÁLEZ, M. E. & PEREIRA, N. 1994. Comportamiento de *Panicum máximum* en condiciones de sombreado y de luz solar total. Efecto de la intensidad de corte. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 11: 25-42

PAVONE, P; FURNARI, G; GUGLIELMO, A; LONGHITANO, N; SALMERI, C Y SCELISI, Fabrizio. Tabla de Botánica Sistemática. Universidad de Catania. Centro Universitario para la Tutela y la Gestión del Ambiente y del Agro-Ecosistema. [en línea]. Departamento de Botánica. 2008. [citado en 06 de octubre de 2011]. Disponible en internet: http://www.dipbot.unict.it/sistematica_es/Index.html

PEARCY, R. W., F. VALLADARES, S. J. WRIGHT Y E. LASSO DE PAULIS. 2004. A functional analysis of the crown architecture of tropical forest *Psychotria* species: do species vary in light capture efficiency and consequently in carbon gain and growth? *Oecologia* 139: 163–177.

PETERS, M; FRANCO, L.H.; SCHMIDT, A.; HINCAPIÉ, B. 2011. Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores del trópico americano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia (CIAT publicación no. 374). p. 54-55.

PEZO E IBRAHIM M. Colección de Módulos de enseñanza agroforestal, sistemas agrosilvopastoriles 2 ed; 1999. Pag. 37-67. Pinto Escobar Polindara, las gramíneas en Colombia.

PIGLIUCCI, M. 2001. Phenotypic plasticity: beyond nature and nurture. John Hopkins University Press, Baltimore.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE CAJIBÍO. Documento técnico. Cajibío, 2002. p. 116-118-381-467.

REVISTA JARDÍN. 5 gramíneas para el fin del verano. [en línea]. Argentina, 2009. [citado en 04 mayo de 2011]. Disponible en internet: http://www.revistajardin.com.ar/nota.asp?nota_id=1107910

RICO, E. Y C. RIVAS. Manual sobre Manejo de Cuyes. Patrocinado por el Instituto Benson. Proyecto MejoCuy. Editorial Grafica Soliz. Cochabamba – Bolivia. 2000.

SANDERSON, M.A.; STAIR, D.W. Y HUSSEY, M.A. 1997. Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. *Advances in Agronomy*. 59:171-224

SCHMALHAUSEN, I.I. 1949. Factors of evolution: The theory of stabilizing selection. Chicago University Press. 483 p.

SMITH, W. K. 1985. Western montane forests. Page 95-126 in B. F. Chabot and H. A. Mooney, editors. *Physiological ecology of North American plant communities*. Chapman and Hall, New York, New York, USA.

_____. 1981. Temperature and water relations in subalpine understory plants. *Oecologia (Berlin)* 48: 353-359.

TOLEDO, José M. manual para la evaluación agronómica. Red internacional de evaluación de pastos tropicales. CIAT. Julio de 1982. 168p

TORRES, Alberto. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Granja Integral Autosuficiente. 20 ed. Bogotá: San Pablo, 2004. 86 p.

VALLADARES, edit. Handbook of functional plant ecology. Marcel Dekker, New York Callaway, R. M. y F. I. Pugnaire. 1999. Facilitation in plant communities. Pág: 623-648

VIVAS, N. evaluación de la colección mundial de *Desmodium velutinum*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. 2005

WILSON JR. 1982. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. En: Hacker JB, editor. Nutritional limits to animal production from pastures. Framham Royal, UK: CAB International. pp. 111-131.

_____, LUDLOW MM. 1991. The environment and potential growth of herbage under plantations. En: Shelton HM, Stür WW, editors. Forages for plantation crops. ACIAR Proceeding 32; 1990, Bali, Indonesia. Camberra, Australia: ACIAR. pp. 10-24.

WONG, C Y WILSON, J. 1980. The effect of shade on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne 31: 269-285.

YARINGAÑO, C. Comparativo de 4 Raciones para Cuyes (*Cavia cobaya*) en Crecimiento. En resúmenes de la VII Reunión Científica de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA). Lima-Perú. 1984.

ZELADA E. 1996. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona atlántica de Costa Rica [Tesis de maestría]. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. 88 p.

ANEXOS

ANEXO A. ANOVA VARIABLES EVALUADAS

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Vigor	,222	2	,111	,898	,417
	4,083	33	,124		
	4,306	35			
Cobertura	209,722	2	104,861	2,121	,136
	1631,250	33	49,432		
	1840,972	35			
Altura	27,556	2	13,778	,021	,979
	21368,083	33	647,518		
	21395,639	35			
Pn.FV.m2	20613070,72	2	10306535,36	5,731	,007
	59348382,92	33	1798435,846		
	79961453,64	35			
Pn.MS.m2	1645102,127	2	822551,063	3,264	,051
	8316520,140	33	252015,762		
	9961622,266	35			
Porcentaje.MS	33,968	2	16,984	,404	,671
	1387,770	33	42,054		
	1421,738	35			
Ancho.Hoja	15,044	2	7,522	57,030	,000
	4,353	33	,132		
	19,396	35			
Largo.Hoja	109,229	2	54,614	6,838	,003
	263,574	33	7,987		
	372,803	35			

Donde **Pn.FV.m2**: Producción forraje verde por metro cuadrado, **Pn.MS.m2**: Producción materia seca por metro cuadrado, **Porcentaje.MS**: Porcentaje de materia seca.

ANEXO B. PRUEBA DE DUNCAN VARIABLES EVALUADAS

Vigor

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
3,00	12	4,7500
1,00	12	4,9167
2,00	12	4,9167
Sig.		,282

Cobertura

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
3,00	12	93,3333
2,00	12	95,4167
1,00	12	99,1667
Sig.		,062

Altura

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
2,00	12	109,5833
3,00	12	111,2500
1,00	12	111,5833
Sig.		,858

Producción Materia seca/m²

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3,00	12	561,2142	
2,00	12	755,9517	755,9517
1,00	12		1079,5292
Sig.		,349	,124

Porcentaje Materia Seca

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
3,00	12	20,3933
2,00	12	21,4692
1,00	12	22,7692
Sig.		,405

Ancho Hoja

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
1,00	12	7,1833		
2,00	12		7,958	
3,00	12			8,7667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Largo Hoja

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1,00	12	59,2083	
3,00	12	61,3250	61,3250
2,00	12		63,4750
Sig.		,076	,071

Producción Forraje Verde/m²

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3,00	12	2634,6667	
2,00	12	3302,7500	
1,00	12		4466,000
Sig.		,231	1,000

ANEXO C. ALTURA DE PLANTAS CON INFLORESCENCIA

ALTURA DE PLANTAS (m)	LONGITUD DE ESPIGAS (cms)
2,13	35
2,54	40
2,16	35
2,05	30
1,78	29
2,58	35
2,36	30
2,45	31
2,36	33
2,7	36

ANEXO D. PASTO PALMERA CONSUMIDO POR CUY DURANTE LA PRUEBA

# Jaula	P.I grs/Cuy	P.F grs/Cuy	FV.C en 11 días/Cuy
77	1100	1150	2097
78	1025	1100	3237
79	1000	1100	2967
80	1025	1100	3150
81	1100	1175	3285
82	950	1100	3318
83	1075	1150	2279
84	1025	1100	2789
85	900	950	1766
86	1025	1075	3431
87	900	975	2998
88	750	825	2955
89	1125	1175	3532
90	1025	1175	2736
91	1025	1125	3045
92	1000	1125	3139
93	1075	1150	3085
94	900	950	3586
95	1050	1125	3249
96	1075	1175	3518
97	1075	1150	3028
98	1050	1125	2851
99	1025	1150	3157
100	1100	1200	3421
101	1125	1175	3354
102	1000	1100	3286
103	950	1050	2994
104	1025	1075	3349
105	950	1075	3377
106	1100	1200	2875

Donde **P.I grs/Cuy**: Peso Inicial en gramos por cuy, **P.F grs/Cuy**: Peso Final en gramos por cuy, **FV.C en 11 días/Cuy**: Forraje Verde Consumido en 11 días por cuy.