

T-VES  
1304  
A973d  
2000  
Ej. 1



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

DETERMINACION DEL VALOR NUTRITIVO DE PASTO SWAZI  
(*Digitaria swazilandensis* Stent) BAJO FERTILIZACION ORGANICA Y  
QUIMICA CON DOS EDADES DE CORTE.

POR :

MIGUEL ANGEL AYALA MEJIA  
LEONARDO ABRAHAM CARRILLO G.  
EDWIN ALFREDO ALCON CALDERON

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE :  
INGENIERO AGRONOMO



4850

SAN SALVADOR, JUNIO DEL 2000



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ**

**SECRETARIO GENERAL: LIC. LIDIA MARGARITA MUÑOZ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

**ING. AGR. M.Sc. FRANCISCO LARA ASCENCIO**

**SECRETARIO: ING. AGR. JORGE ALBERTO ULLOA ERROA**


*Recebo el 13 de agosto 2009 / secretario de la Fac. de C.A.A*

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

  
**ING. AGR. M. Sc. JUAN FRANCISCO ALVARADO PANAMEÑO**

**ASESORES:**

  
**ING. AGR. M. Sc. JOSÉ GABRIEL ROSALES MARTÍNEZ**

  
**DRA. FRANCISCA CAÑAS DE MORENO**

**JURADO CALIFICADOR:**

  
**ING. AGR. ~~ELMER EDGARDO COREA GUILLÉN~~**

  
**ING. AGR. ~~GUILLERMO CORNEJO~~**

  
**ING. AGR. RAMÓN ANTONIO GARCÍA SALINAS**

## RESUMEN



La investigación se realizó en la Cooperativa de la Reforma Agraria "El Nilo I"; de Responsabilidad Limitada, ubicada en el cantón Las Tablas, municipio de Zacatecoluca, departamento de La Paz, a 11 Km al sur de la ciudad de Zacatecoluca, siendo sus coordenadas geográficas de 13° 26' 08" Latitud Norte y 88° 55' 02" Latitud Oeste, a una altura de 8 metros sobre el nivel del mar, con temperatura media anual de 26.8°C, precipitación media anual de 1,838 mm. y una humedad relativa del 73%. El ensayo se realizó en los meses de enero a junio de 1999, con una duración de 139 días, iniciando bajo condiciones de época seca y finalizando con época lluviosa.

Se evaluó el efecto de tres tipos de fertilizante (Fórmula 15-15-15, excretas bovinas y excretas bovinas enriquecidas con excretas de gallina) y dos edades de corte (21 días y 35 días) en el rendimiento de pasto swazilandés (*Digitaria swazilandensis* Stent.).

Utilizando el diseño de parcelas divididas en bloques al azar con 4 repeticiones y 6 tratamientos. El arreglo de tratamientos fue factorial de tres tipos de fertilizante por dos edades de corte.

Las parcelas experimentales tenían 6.5 x 15 metros (95 m<sup>2</sup>), pero se utilizó un área útil de 58.5 m<sup>2</sup>.

A los 75 días después de sembrado el pasto, se realizó un corte de uniformización, posteriormente a los 21 y 35 días de crecimiento se realizaron los cortes respectivos para la toma de datos.

Los parámetros evaluados fueron: Producción de biomasa por corte, producción de materia seca por corte, contenido de proteína, Fibra Neutro Detergente y Fibra Ácido Detergente.

Los resultados obtenidos, permitieron determinar que la producción de biomasa tuvo su mejor valor en el tratamiento T<sub>4</sub>, fertilizante químico y 35 días de corte, encontrándose un efecto estadísticamente significativo de la edad de corte sobre la producción de biomasa.

Con respecto a materia seca, se tuvo tendencias muy similares, pues se encontró efectos significativos en la edad de cosecha de 35 días, y en el mismo tratamiento T<sub>4</sub>, se registró un contenido mayor (27.10%) de materia seca.

En cuanto al contenido de proteína los resultados no registraron diferencia significativa bajo ningún tratamiento, aunque las medias de los tratamientos muestran un ligero incremento de proteína en la segunda edad de corte.

En lo referente al contenido de Fibra Neutro Detergente no se encontró diferencia significativa bajo ningún tratamiento, pero, en el segundo corte (35 días) se encontró una diferencia ligeramente mayor entre los tratamientos.

La Fibra Ácido Detergente (F.A.D.) tampoco registró diferencia estadística significativa en ningún tratamiento, no obstante se manifestó un ligero incremento en la primera época de corte, siendo el tratamiento T<sub>3</sub> (Abonilo + Gallinaza) y 21 días de corte, el que tuvo el valor más alto (40.17%).

De acuerdo a los resultados obtenidos, en la investigación, se demuestra que los fertilizantes orgánicos aportan efectos positivos al pasto swazi.

## AGRADECIMIENTOS

- \* **A DIOS TODOPODEROSO:** Por iluminarnos y permitirnos culminar éste proyecto.
  
- **A NUESTROS ASESORES:**  
Ing. Agr. M. Sc. José Gabriel Rosales Martínez  
Dra. Francisca Cañas de Moreno.
  
- **A CRECER** (Crecimiento Económico Equitativo Rural) por financiar nuestro proyecto.
  
- Al Ing. Agr. Carlos Domínguez por canalizar el financiamiento y confiar en nuestro proyecto.
  
- A todas las personas que laboran en la Cooperativa de la Reforma Agraria El Nilo I, especialmente a su presidente Señor Javier Argueta.
  
- Al personal del laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.
  
- A nuestra Alma Mater por darnos la formación profesional.

## DEDICATORIA

- **A DIOS TODOPODEROSO Y A LA SANTÍSIMA VIRGEN MARÍA**, por haberme iluminado y permitido llegar a coronar mi carrera.
  
- **A MIS PADRES, JULIAN ANTONIO AYALA (Q.E.P.D.), A MI MADRE, BERTALIA MEJÍA VIUDA DE AYALA**, por haber forjado en mi buenos principios y su apoyo incondicional en todo momento.
  
- **A MI ESPOSA, ROXANA YANETH**, por su amor, confianza depositada en mí, y su apoyo incondicional en todo momento.
  
- **A MI HIJO, MIGUEL ALEJANDRO**, por su compañía en mis noches de desvelo, por ser él la fuente de inspiración para llegar a coronar mi carrera.
  
- **A MIS HERMANOS Y HERMANAS**, por su ayuda y apoyo moral.
  
- **AGRADECIMIENTOS DE MANERA ESPECIAL:** A mis compañeros de tesis: Leonardo A. Carrillo, Edwin A. Alcón.
  
- **A MIS ASESORES DE TESIS**, Dra. Francisca Cañas de Moreno, Ing. Gabriel Rosales, por Direccionar mi trabajo en investigación de la mejor manera posible.



- **A MIS MAESTROS;** por su enseñanza técnica y científica desinteresada, contribuyendo con ello a la formación de nuevos profesionales.
  
- **A MIS COMPAÑEROS DE CLASE,** por compartir su amistad y conocimientos.
  
- **A MIS PARIENTES, AMIGOS Y TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE SE UNA U OTRA MANERA,** hicieron posible la culminación de mi carrera.

**MIGUEL ÁNGEL.**

## DEDICATORIA

- **A DIOS TODO PODEROSO Y A LA VIRGEN MARÍA**, por haberme iluminado y mantenido sano, para poder coronar mi carrera.
  
- **A MIS PADRES:** Pablo Antonio Carrillo, y a mi madre María Anita González por haberme apoyado en lo económico y en lo moral durante toda mi carrera.
  
- **A MIS HERMANOS Y HERMANAS**, por su apoyo económico y moral de una manera incondicional durante toda mi carrera.
  
- **AGRADECIMIENTOS DE MANERA ESPECIAL:** A mis compañeros de Tesis: Miguel A. Ayala, Edwin A. Alcón.
  
- **A MIS ASESORES DE TESIS:** Dra. Francisca Cañas de Moreno, Ing. Gabriel Rosales, por orientar mi trabajo de investigación de la mejor manera posible.
  
- **A MIS MAESTROS POR HABERME DADO LA ENSEÑANZA**, Teórico, práctica y científica contribuyendo a mi formación profesional.
  
- **A TODOS MIS COMPAÑEROS DE CLASES**, por compartir su amistad y conocimientos.

- **A MIS AMIGOS Y A TODAS AQUELLAS PERSONAS** que de alguna u otra manera me ayudaron a coronar la carrera.

**LEONARDO ABRAHAM**

## DEDICATORIA

El presente trabajo quiero dedicarlo muy especialmente:

- **A LA SANTÍSIMA TRINIDAD, DIOS PADRE, HIJO Y ESPIRITU SANTO:** Por haberme hecho parte de su creación y bendecirme constantemente.

- **A MIS PADRES:**

Angélica Calderón e Ismael Alcón, por estar conmigo en todo momento y apoyarme siempre ¡¡Qué bendición <sup>\*</sup>él tenerlos como padres!! Gracias por todo lo que me han dado. ¡¡LES AMO!!

- **A MI NIÑA:**

Andreíta, por ser mi principal fuente de inspiración para que culminase mi carrera. Dios te bendiga. ¡¡TE AMO!!

- **A MIS HERMANOS:**

Cecy, Roberto, Lorena, Lito, Caro y Antonio por estar siempre conmigo y ayudarme cuando más lo necesito.

- **A MI CUÑADO:**

Carlos por su apoyo, y a mis cuñadas.

- **A MIS AMIGOS:**

Alex, Boris, Daniel, Ezequiel, entre otros por su sincera amistad.

- **A LOS AUSENTES:**

René Herrera y Henry William, con afecto.

- **A MIS SOBRINOS:**

Carlos, Ely, Kike, Rafi, Ingrid, Nestor, Taty, Cindy, Rafa con amor.

- **A MIS ABUELOS:**

Magdalena y José Neftalí con cariño y respeto.

- **A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:**

Miguel Ayala y Abraham Carrillo por lograr juntos la meta trazada.

- **A MIS ASESORES:**

Ing. Gabriel Rosales y Dra. Francisca Cañas de Moreno, por su valioso tiempo dedicado a esta investigación.

- **A MI FAMILIA Y AMIGOS EN GENERAL:**

Con cariño, y respeto.

**EDWIN ALFREDO**

## ÍNDICE

CONTENIDO	PÁG. Nº.
RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. Características de las gramíneas.....	2
2.1.1. Clasificación.....	2
2.1.2. Contenido nutricional.....	3
2.1.3. Estructuras.....	3
2.2. Generalidades de los pastos.....	3
2.2.1. Importancia.....	3
2.2.2. Valor nutritivo.....	4
2.2.3. Factores que afectan el valor nutritivo de los - pastos.....	5
2.3. Fertilizantes.....	6
2.3.1. Fertilización Nitrogenada.....	6
2.3.2. Abonos Orgánicos.....	7
2.3.2.1. Estiércol.....	7
2.3.2.2. Gallinaza.....	8
2.4. Características del pasto swazi.....	9
2.4.1. Origen y adaptabilidad.....	9
2.4.2. Clasificación botánica del pasto swazi.....	9

2.4.3.	Establecimiento.....	10
2.4.4.	Control de malezas.....	11
2.4.5.	Plagas y enfermedades.....	11
2.4.6.	Manejo.....	11
2.4.7.	Productividad y calidad.....	12
2.4.8.	Producción de semilla.....	12
2.5.	Fertilización del pasto swazi.....	13
2.6.	Métodos químicos utilizados para evaluar los forrajes..	14
2.6.1.	Análisis proximal.....	14
2.6.1.1.	Proteína Bruta (P.B.).....	14
2.6.1.2.	Humedad.....	14
2.6.1.3.	Cenizas.....	15
2.6.1.4.	Extracto libre de Nitrógeno.....	15
2.6.1.5.	Extracto Etéreo.....	15
2.6.1.6.	Fibra Cruda (F.C.).....	15
2.6.2.	Análisis de Van Soest.....	16
2.6.2.1.	Fibra Neutro Detergente (FND).....	16
2.6.2.2.	Fibra Ácido Detergente (F.A.D.)...	17
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1.	Localización y Tipo de suelo.....	18
3.2.	Duración del ensayo.....	18
3.3.	Unidades experimentales.....	19
3.4.	Labores culturales.....	19
3.5.	Composición de los abonos orgánicos.....	20
3.6.	Equipo utilizado.....	21
3.6.1.	Fase de Campo.....	21
3.6.2.	Fase de Laboratorio.....	21

3.7.	Análisis de Laboratorio.....	21
3.8.	Metodología de muestreo.....	22
3.9.	Metodología Estadística.....	22
	3.9.1. Diseño experimental.....	23
	3.9.2. Estructura de tratamiento.....	23
3.10.	Variables Evaluadas.....	23
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1.	Rendimiento promedio de biomasa por hectárea por corte.....	24
4.2.	Producción promedio de materia seca por corte (%)..	26
4.3.	Contenido de proteína.....	28
4.4.	Contenido de Fibra Neutro Detergente (%).....	30
4.5.	Fibra Ácido Detergente (FAD).....	32
4.6.	Evaluación económica.....	34
5.	CONCLUSIONES.....	37
6.	RECOMENDACIONES.....	39
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	40
8.	ANEXOS.....	48



## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁG. N°.
1. Rendimiento de biomasa del pasto swazi --- <i>(Digitaria swazilandensis)</i> para los diferentes tratamientos (Ton/Ha/Corte).....	25
2. Producción de materia seca del pasto ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ) para los diferentes tratamientos (Ton/Ha/Corte).....	27
3. Contenido de proteína cruda del pasto swazi --- <i>(Digitaria swazilandensis)</i> para los diferentes - tratamientos.....	29
4. Contenido de Fibra Neutro Detergente del pasto swazi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ) en cada corte - (%).....	31
5. Contenido de Fibra Ácido Detergente del pasto - swazi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> ) en cada corte	33
6. Presupuesto parcial, costo por unidad de biomasa (Ton/Ha/Año).....	34
7. Análisis de Dominancia.....	35
A-1 Producción promedio de biomasa del pasto swazi <i>(Digitaria swazilandensis stent.)</i> (Ton/Ha/Corte...	52
A-2 Producción promedio de materia seca del pasto -- swazi ( <i>Digitaria swazilandensis stent.)</i> (Ton/Ha/ Corte).....	52
A-3 Producción promedio de proteína por corte del -- pasto swazi ( <i>Digitaria swazilandensis stent.)</i> (%).	53

A-4	Producción promedio por corte de Fibra Neutro - Detergente (F.N.D.) del pasto swazi ( <i>Digitaria -- swazilandensis</i> stent.) (%).....	53
A-5	Producción promedio por corte de Fibra Ácido -- Detergente (F.A.D.) del pasto swazi ( <i>Digitaria -- swazilandensis</i> stent.) (%).....	54
A-6	Análisis de Varianza para el rendimiento de bio-- masa de pasto swazi ( <i>Digitaria swazilandensis -- stent.</i> ).....	54
A-7	Análisis de Varianza para el rendimiento de Ma-- teria Seca de pasto swazi ( <i>Digitaria swazilandensis stent.</i> ).....	55
A-8	Análisis de Varianza para el porcentaje de Proteí-- na de pasto swazi ( <i>Digitaria swazilandensis stent.</i> )	56
A-9	Análisis de Varianza para el porcentaje (%) de Fi-- bra Neutro Detergente del pasto swazi ( <i>Digitaria swazilandensis stent.</i> ).....	56
A-10	Análisis de Varianza para el porcentaje (%) de Fi-- bra Ácido Detergente del pasto swazi ( <i>Digitaria - swazilandensis stent.</i> ).....	57
A-11	Costo de producción (100 qq) de abono orgánico (excretas de bovino) en la finca del ganadero.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁG. N.º
1.	Curva de Beneficios Netos.....	36
A-1	Rendimiento de Biomasa (Ton/Ha/Corte) del pasto swazi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> stent.) con diferentes tipos de fertilizantes y a dos edades de corte....	49
A-2	Producción de materia seca (Ton/Ha/Corte) del pasto swazi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> stent.).....	49
A-3	Contenido de proteína en base seca (%) del pasto swazi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> stent.).....	50
A-4	Contenido de Fibra Neutro Detergente (%) en el pasto swazi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> stent.).....	50
A-5	Contenido de Fibra Ácido Detergente del pasto swazi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> stent.).....	51

## 1. INTRODUCCIÓN

En el país a través de los años, la ganadería bovina, siempre ha sido un rubro de mucha importancia, pero que no ha podido manejarse de la manera idónea, debido a diferentes factores.

La alimentación del ganado es generalmente a base de pastizales naturales con baja calidad nutricional, repercutiendo posteriormente en la producción ya sea de leche y/o carne, esto debido al desconocimiento que se tiene acerca de otros pastos que podrían tener mejores características.

Por otra parte, al utilizar pastizales mejorados, el ganadero se ve afectado, debido a que incurre en mayores gastos por los altos costos de los fertilizantes químicos, reduciendo así sus ingresos.

El pasto swazi (*Digitaria swazilandensis*) es una alternativa, ya que es una gramínea de fácil manejo, agresivo, adaptable y con una buena producción de materia verde, y con su uso pueden alcanzarse buenas producciones.

La fertilización a base de abonos orgánicos, ha tomado mucha importancia en los últimos años, con ella la calidad de los pastos podría aumentarse y obtenerse a la vez, otros beneficios, tales como la disminución de costos.

En la presente investigación se pretende determinar el rendimiento y la calidad del pasto swazi, sometido bajo fertilización orgánica, ya a diferentes edades de corte.

La calidad del pasto se determinará a través del análisis de Weende y el de Van Soest, técnica de laboratorio que no es muy generalizada en nuestro medio, pero que da una mejor valorización de un forraje.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1. Características de las gramíneas.

#### 2.1.1. Clasificación.

Las gramíneas son plantas con semillas, correspondientes por tanto al subreino de las Spermatophytea, subdivisión Angiospermae y clase Monocotyledonae, constituye una de las familias botánicas de más amplia distribución sobre la superficie terrestre. (León Jordán, H. 1955).

La familia de las gramíneas es también conocida como poaceas (Flores Menéndez, J.A. 1983). Se divide en 2 subfamilias: Festucoideae y Panicoideae. (León Jordán, H. 1955).

Poseen unas 19,000 especies agrupadas en 650 géneros, de los cuales sólo de 12 a 15 géneros de gramíneas tropicales se utilizan extensamente en pastos sembrados. (Reynolds, S.G. 1994).

La mayoría de las gramíneas tienen características similares, aunque las formas de desarrollo pueden variar desde matas, montículos, macollas, hasta tipos postrados, rastreros o esparcidos. La naturaleza de la forma de desarrollo suele determinar al tipo disponible de material de la plantación. Es posible reconocer tres tipos principales aunque el tercer grupo es relativamente de poca importancia en cuanto a pastizales de pastoreo (Reynolds, S.G. 1994).

- a) Gramíneas con macolla o mata: Estos grupos o matas si se les dejan semillas se reproducen al germinar la semilla en el terreno. Estas no forman césped. (Morrison, F.B. 1965).
- b) Gramíneas estoloníferas: Este tipo de gramíneas forma tallos o estolones por la superficie del suelo, enraizando los nudos y produciendo nuevos brotes.

- c) Gramíneas con rizomas: Este tipo forma tallos o rizomas por debajo de la superficie del suelo. Estas forman césped. (Morrison, F.B. 1965).

### **2.1.2. Contenido nutricional.**

Las gramíneas contienen mayor cantidad de proteína, minerales y vitaminas por unidad de materia seca, durante las primeras fases de su crecimiento, que cuando ha alcanzado mayor madurez. Ocurre lo contrario con la fibra y especialmente con la lignina que es el hidrato de carbono de menor valor. (Morrison, F.B. 1965).

### **2.1.3. Estructuras.**

Las gramíneas se distinguen por sus tallos articulados, redondeados o aplanados, usualmente huecos, con nudos sólidos; las hojas aparecen en dos hileras y se componen de vaina y lámina con una lígula en su punto de unión y por espiguillas que llevan glumas y flósculos. (Chase, A. 1972).

El limbo de sus hojas es alargado y estrecho; la inflorescencia es en espiga o panícula; su sistema radicular, fasciculado y relativamente poco profundo. Dicho sistema es anual en la mayoría de los casos. Su crecimiento es muy rápido sobre todo a temperaturas comprendidas entre 15 y 20°C. (Duthil, J. 1971).

## **2.2. Generalidades de los pastos.**

### **2.2.1. Importancia.**

Los pastos son un fenómeno único entre los cultivos puestos que en general no son cosechados por el hombre, sino que son objeto de pastoreo durante todas las etapas de su crecimiento y aun después de su maduración. (Semple, A.T. 1974).

Son la fuente directa o indirecta de gran parte de nuestros alimentos. El pan y otros nutrientes harinosos provienen de los granos de plantas que son miembros de la gran familia de los pastos. (Donahue, R. y Col. 1963).

Además, constituyen uno de los factores más destacados en la formación y conservación de muchos de los suelos más fértiles; son asimismo importantes para la recuperación de suelos desgastados por cultivos sucesivos. (Semple, A. T. 1974).

La descomposición de las raíces de los pastos agrega humus al suelo, que lleva materiales minerales asimilables por las plantas. Las raíces también tienen propiedades de formar gránulos que mejoran las propiedades del suelo. (Rosales Cortés, C. 1968).

### **2.2.2. Valor nutritivo.**

El valor nutritivo de un pasto viene definido fundamentalmente por su digestibilidad y por la cantidad de hierba que el animal puede consumir para cubrir sus necesidades. Estos dos factores vienen a su vez determinados por la estructura y composición química de las plantas que componen el pasto, por el tipo de producción del animal que lo consume y por la interacción de ambos, es decir por el manejo. (Fraga, M. J. y Col. 1984).

Los pastos tropicales tienen un contenido bajo de proteína cruda y alto de fibra cruda, en comparación con los pastos de zonas templadas, cortados en etapas similares de crecimiento.

El contenido de proteína cruda de los pastos se ha utilizado como indicador de su valor nutritivo; cuanto mayor sea el contenido de proteína, tanto mayor será en general, el valor nutritivo. (Martínez, O.V. y Col. 1994).

### 2.2.3. Factores que afectan el valor nutritivo de los pastos.

a) Etapas de crecimiento: A medida que un pasto madura, los cambios físicos y químicos que experimenta provocan una aguda disminución de la digestibilidad de la energía que contiene.

La digestibilidad puede variar desde un máximo del 85% hasta un mínimo de 30%; es decir, que la energía que pasa a las heces puede aumentar desde solo un 15% de lo ingerido hasta un máximo del 70%.

El contenido de proteína de los pastos puede decaer de un 15 – 25% a un 1 – 5%.

b) Hojas y tallos: Los valores nutritivos de las hojas y tallos son casi similares en plantas no maduras, pero a medida que la planta crece, el tallo se torna cada vez menos digestible y es menor su contenido proteico en comparación con las hojas, por lo tanto, una alimentación basada en forraje con mucho tallo, es siempre más bajo el valor alimenticio que de un cultivo con muchas hojas.

c) Altura de corte: Una de las características importantes que se consideran al evaluar un forraje, es la recuperación después del corte. Esta es afectada por diversos factores, entre los que se encuentran, la altura de corte sobre el suelo. En general, la altura de corte recomendada para pastos en crecimiento, es de 15 a 30 cms en forraje de corte.

d) Especies de pastos: La diferencia en el valor nutritivo es marcada entre las distintas especies para las mismas etapas de crecimiento; sin embargo, los pastos naturalizados en su madurez son más pobres que los cultivados, por lo tanto la elección entre pasturas de cultivo, puede efectuarse sobre sus respectivas capacidades para crecer y sobrevivir en su propio ambiente, y en menor grado por sus valores nutritivos.

e) Edad Fisiológica: La edad de la planta es lo que más afecta la calidad de un forraje, debido a los cambios que éste provoca en el



metabolismo vegetal; al incrementar la edad, los compuestos solubles y la digestibilidad disminuyen y los carbohidratos estructurales se incrementan. (Martínez, O.V. y Col. 1994).

### **2.3. Fertilizantes.**

El uso de fertilizantes no solo aumenta el rendimiento del forraje altera con frecuencia la contribución relativa a la productividad total de las diferentes especies que componen el pasto; sino que también pueden fortalecer las plantas más productivas y por lo tanto, más deseables, con las que crece aún más la productividad total del pastizal. (Martínez, O.V. y Col. 1994).

Entre las razones más importantes para el uso de fertilizantes en los pastizales están las siguientes: Ayudan a corregir las deficiencias minerales de los suelos, mantienen la fertilidad del suelo, incrementan la producción de materia seca y nutrientes digestibles, modifican la composición química del forraje producido, además cambian el patrón estacional de producción de los pastos. (Martínez, O.V. y Col. 1994).

#### **2.3.1. Fertilización Nitrogenada.**

El elemento de éstos abonos es el nitrógeno y ejerce influencia determinante sobre el color del follaje y el crecimiento de la planta. (Martínez, O.V. y Col. 1994).

Para el mejor aprovechamiento del pasto es recomendable fertilizar en las siguientes dosis: 2 quintales de abono completo (10-30-10 ó 12-14-12) por hectárea al momento de la siembra y 2 a 2.5 quintales de urea al mes de establecido. (Alfaro, D.M. 1994).



### 2.3.2. Abonos Orgánicos

Abonos Orgánicos: Son aquellos que resultan de la descomposición de desperdicios de origen humano, animal, materia vegetal que aplicados al suelo, ejercen una influencia importante como mejoradores de sus características físicas y químicas, lo que redundará en el mejor desarrollo y productividad de las plantas. (Aldana Méndez, S. y Col. 1991).

Entre las características físicas del suelo que mejora, están: Soltura, porosidad, cohesión, retención de humedad, nutrientes, etc. (Rodríguez Sandoval, R.; Hernández, R. A. 1994).

La mayoría de los abonos orgánicos contienen varios elementos nutritivos (particularmente nitrógeno y fósforo, así como pequeñas cantidades de potasio y elementos menores), cuya concentración es, sin embargo, esencialmente más reducida que la de los fertilizantes minerales. (Jacob A. 1964).

La materia orgánica proporciona al suelo energía y carbono para los microorganismos. Estos al descomponer la contribuyen a la formación del humus y de los subproductos de descomposición, factores esenciales de la existencia de una buena estructura compuesta de agregados estables. (FAO, 1983).

Entre los pilares de la fertilidad de los suelos está poseer una estructura grumosa, ya que ésta permite la formación de macroporos, o sea, una gran red de canales por donde circula el aire y también por donde el agua de lluvia penetra en el suelo y fácilmente puede atravesarlo. (Santillan, R.; Amador, R. 1997).

#### 2.3.2.1. Estiércol.

No cabe duda que el estiércol es el material orgánico más precioso para la mantención de la fertilidad del suelo. (FAO, 1983).

Desde hace siglos, el estiércol se aplica a las tierras de cultivo porque es fuente de nitrógeno, fósforo, potasio y otros elementos esenciales. (Bowen, J.E.; Kratry, B. A. 1986).

En su estado fresco, el estiércol es una mezcla de paja con los excrementos sólidos y líquidos de los animales domésticos. (Selke, W. 1968).

Además puede obtenerse (el estiércol) más o menos deshecho, utilizando como cama algunos residuos vegetales distintos a la paja: Aserrín de madera, helechos, hojas, etc. (Voisin, A. 1967).

Antes de aplicar el estiércol al pastizal, debe estar bien descompuesto para favorecer su absorción por parte del pasto y su penetración en el suelo. En caso contrario queda por mucho tiempo en la superficie, se seca, y el ganado no apetece el pastizal. (Berlijn, J. D. 1985).

#### **2.3.2.2. Gallinaza.**

Se entiende por gallinaza como las excretas y plumas de aves, camadas y sobrantes de alimentos que resultan de la explotación de gallinas ponedoras o pollos de engorde. (Chicas Serpas, R. *et. al.* 1993). Aunque la tendencia actual es denominar a las excretas de pollo de engorde como pollinaza. (Aldana Méndez, S. *et. al.* 1991).

La gallinaza que proviene de pollos de engorde contiene mayor cantidad de proteína cruda y menor cantidad de fibra cruda y cenizas que la de gallinas ponedoras. (Zúniga, L. A. 1992).

La gallinaza fresca contiene el doble de nitrógeno, mucho más fósforo y casi tanto potasio como el estiércol de granja. Los compost preparados con gallinaza y paja son más ricos en los tres nutrientes que el

estiércol de granja y estiércol de las camas gruesas, lo es todavía más. (Cooke, G. W. 1983).

La gallinaza en el caso de los pastos puede aplicarse superficialmente y ser enterrado por una rastra, sobre todo cuando el estiércol está descompuesto y mullido. (Zúniga, L. A. 1992).

**2.4. Características del pasto swazi.**

**2.4.1. Origen y adaptabilidad.**

El pasto swazi tiene su origen en Africa del Sur y Swazilandia. (Idiap, 1970). Fue introducido en Panamá en 1970 por medio de material vegetativo proveniente del International Research Institute en Venezuela. (Idiap, 1987), (Ortega, C.M. s. a. 1987). A El Salvador fue introducido en 1984, a través de material vegetativo proveniente de Panamá, el que fue sembrado en el CEGA – Izalco. (Bonilla, V.; Quinteros, F. E. 1993).

El pasto swazi posee tallos muy ramificados, postrados, después erectos, con muchos brotes de hoja. Se propaga vegetativamente dividiendo las guías. (Whyte, R.O. y Col. 1971).

El pasto swazi requiere suelos bien drenados, preferiblemente de textura franca a franco arcilloso, con un pH de 5.0 ó más. (Pinzón, B.; Montenegro, R. D. 1985).

En general, el swazi presenta un buen crecimiento en ecosistemas tropicales o subtropicales, donde el rango de temperatura anual, oscila desde 21°C –34°C. Se adapta mejor a alturas comprendidas entre 0 a 550 m.s.n.m. (Ortega, C.M. s. a.).

**2.4.2. Clasificación botánica del pasto swazi.**

- Reino: Vegetal
- División: Tracheophyta

Sub-división:	Pteropsida
Clase:	Angiospermas
Sub-Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Graminales
Familia:	Gramineae
Sub-Familia:	Panicoideas
Tribu:	Paniceae
Género:	<i>Digitaria</i>
Especie:	<i>swazilandensis</i> .

(Skerman, P.J.; Riveros, F. 1992).

#### 2.4.3. Establecimiento.

Los factores más importantes que influyen a la germinación y establecimiento de los pastos, es una adecuada humedad del suelo, suficiente aireación, cantidades adecuadas de nutrientes, pH del suelo, temperatura adecuada y control de patógenos. (Spain, J.M. 1979), para un buen desarrollo de los nuevos pastizales establecidos, se recomienda que el primer pastoreo debe ser a los 3 meses de sembrado, e introducir el potrero únicamente terneros y por períodos cortos (Duque, O. y Col. 1985).

La preparación convencional consiste en un pase de arado con 10 a 15 cm. de profundidad seguida por dos fases de rastra ligera. (Murillo, B.; Cabezas, M. T. s. a).

En suelos cuya topografía y otras condiciones así lo permitan, se procede a preparar convencionalmente, se esparce manualmente el material vegetativo y se cubre con tierra por medio de un pase de rastra liviana. Los costos de establecimiento de una hectárea de pasto swazi son variables de acuerdo al área y a factores tales como, tipo de suelo, costo de alquiler de

maquinaria, semilla, costos de insumos, métodos de siembra, mano de obra, etc. (Murillo, B.; Cabezas, M. T. s.a.).

#### **2.4.4. Control de malezas.**

La mayoría de las malezas en un pastizal de swazi son de hoja ancha o de tipo arbustivo, los cuales pueden controlarse con 2,4-D de 6 lbs y tordón 101 al 1% en ambos casos. (Idiap, 1970).

Las gramíneas invasoras pueden controlarse con aplicaciones de Roundup al 6%. (Idiap, 1987).

#### **2.4.5. Plagas y enfermedades.**

Las langostas, los chapulines o saltamontes, y los grillos, consumen grandes cantidades de pastos tropicales, el pasto swazi es el más susceptible al ataque de algunos insectos como el salivazo (*Aenolamia sp.*), escama (*Antonina sp.*), langosta (*Spodoptera frugiperda*), y la sogata (*Sogatodes orizicola*). (Ortega, C.M. et al. 1979).

Cuando la invasión es a pequeña escala, se controla con la aplicación de insecticidas o mediante la aplicación de pastoreo intenso y luego una fertilización para favorecer el rebrote (McIllroy, R.J. 1973).

#### **2.4.6. Manejo.**

El pasto swazi se puede manejar adecuadamente bajo un sistema de pastoreo continuo o alternativo, con períodos de ocupación y descanso de 28 – 35 días, en explotaciones de tipo extensivo. En explotaciones intensivos o semi-intensivos, el manejo debe ser rotacional con períodos de ocupación de 3 a 7 días y períodos de descanso de 21 a 28 días. (Maynard, L. A. 1975)

Para asegurar una buena persistencia, el primer pastoreo no debe hacerse antes de los tres meses de establecido, por otra parte, el swazi ha mostrado gran capacidad para recuperarse después de haber sufrido un pastoreo severo, así como sequía. (Idiap, 1987).

#### **2.4.7. Productividad y calidad.**

En cuanto a la calidad de material, se han encontrado contenidos de proteína cruda en el rango de 9.3% durante el verano y de 14% durante la estación lluviosa. (Idiap, 1970).

Por otra parte, experiencias con novillas cruzadas de lechería han demostrado ganancias diarias de 0.184 kg/animal/día durante el período seco o verano, y de 0.767 kg/animal/día durante el período lluvioso. (Urriola, D.; Gómez, J. 1986).

La productividad del pasto swazi en términos de producción de leche ha alcanzado niveles de producción en el orden de los 4.7 lts/animal/día con una carga animal de 2 UA/ha y producciones de 1,500 a 2,000 lts/ha/año. (Idiap, 1987).

#### **2.4.8. Producción de semilla.**

El pasto swazi se propaga por medio de material vegetativo, ya que su producción de semilla génica, aunque abunda en los meses de junio a julio, es prácticamente nula en cuanto a viabilidad. (Jiménez, H.; Gómez, J. 1986).

## 2.5. Fertilización del pasto swazi.

Según el análisis químico del suelo, se recomienda aplicar después de la siembra (al momento del rebrote) 2 a 3 qq/ha. De 15-30-8 para su mantenimiento. Según las condiciones de suelo y manejo, se recomienda aplicar 2 a 3 qq/ha de 15-30-8 al inicio y final de las lluvias para aumentar la disponibilidad del forraje en los meses de mayor escasez (Idiap. 1985).

Si el sistema de manejo, es de tipo extensivo, con carga animal baja (0.75 a 1.0 UA/Ha/año). Se recomiendan fertilizaciones de mantenimiento a razón de 2 a 3 qq de 10-30-10 ó 12-24-12 al inicio y final de las lluvias.

Si el manejo es de tipo intensivo o semi-intensivo con carga animal de (2 a 5 UA/Ha/año) se recomienda una fertilización de mantenimiento de 75 – 100 kg de N/Ha/año; 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Ha/año. El Nitrógeno debe fraccionarse en tres aplicaciones, al inicio de lluvias, intermedio y casi al final de las lluvias. (Idiap. 1987).

Barroterán, J.L. en 1986, citado por Alfaro, D.M. realizó estudios evaluando niveles de fertilización nitrogenada con *Digitaria swazilandensis* encontrando respuesta positiva en la variable de biomasa y crecimiento los cuales cambiaron en forma significativa con la fertilización presentando valores altos de proteína cruda y digestibilidad.

El CEGA. Izalco, asegura que se puede logra un buen establecimiento del pasto swazi aplicando a la siembra 75 kg N/Ha, 50 kg. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Ha, 20 kg. K<sub>2</sub>O/Ha y 6 semanas después de la siembra se puede aplicar 90.9 kg. de urea/Ha.



## **2.6. Métodos químicos utilizados para evaluar los forrajes.**

**2.6.1. Análisis proximal:** El análisis proximal, es un método químico que se ha utilizado para determinar el valor nutritivo de los forrajes, a través de este método se ha determinado fibra cruda, como un componente determinante en la digestibilidad del pasto. El análisis proximal, para la determinación de fibra cruda y extracto no nitrogenado tiene ciertas fallas, debido a que este último no es el resultado de ninguna determinación, sino se estima por diferencia con todas las fracciones de la muestra analizada en el laboratorio, por tanto acumula todos los errores que se dan en otros análisis. También, la determinación de fibra cruda no permite estimar el aprovechamiento que pueden hacer los rumiantes del pasto que se está evaluando, por tal razón, en los últimos 40 años se buscó otros métodos que permitiera caracterizar en mejor forma el valor nutritivo de los alimentos fibrosos. (Van Soest, P. J.; Wine, R. H. 1967). Este método además nos permite determinar proteína cruda, humedad, cenizas, extracto libre de nitrógeno y extracto etéreo.

### **2.6.1.1. Proteína Bruta (P.B.).**

La estimación del contenido de proteína bruta en un alimento se establece a través del método de Kjeldahl, el cual estima el porcentaje de nitrógeno que tiene el alimento y este se multiplica por el factor 6.25 para determinar el valor de la proteína. En la determinación de la proteína bruta, se incluyen proteínas verdaderas y sustancias nitrogenadas no proteicas. (Ospina, J. E. 1995).

### **2.6.1.2. Humedad:**

El contenido de humedad de las diferentes materias primas empleadas en la alimentación animal es variable, correspondiendo del 70 al

80% de los forrajes verdes en los cuales disminuye con la madurez de las plantas. (Ospina, J. E. 1995).

#### **2.6.1.3. Cenizas:**

La ceniza es el residuo inorgánico de una muestra incinerada. Se determina con el propósito de analizar el contenido mineral y definir la materia orgánica y el total de nutrientes digeribles, así como para señalar la presencia de adulterantes minerales. Para la determinación del total de nutrientes digeribles totales (N.D.T.) en los alimentos, es necesario conocer los porcentajes de cenizas antes de poder calcular la cantidad de extracto libre de nitrógeno. (Bateman, J. V. 1970).

#### **2.6.1.4. Extracto libre de Nitrógeno.**

Este se obtiene, restándole a 100, el porcentaje de proteína, más el porcentaje de extracto etéreo, más cenizas, más fibra cruda, y acá se reportan los resultados analíticos de los demás componentes en base seca.

#### **2.6.1.5. Extracto Etéreo.**

El éter se evapora y se condensa continuamente y al pasar a la muestra, extrae materiales solubles. El extracto se recoge en un beaker y cuando el proceso se completa, el éter se destila y se recolecta en otro recipiente y la grasa cruda que queda en el beaker, se seca y se pesa.

#### **2.6.1.6. Fibra Cruda (F.C.).**

Es la fracción más resistente a la digestión ácida y alcalina durante 30 minutos y que representa la parte menos digerible del alimento en el laboratorio; y las fracciones que componen la fibra cruda son: la celulosa, hemicelulosa y lignina. (Producción Pecuaria, 1995).

### 2.6.2. Análisis de Van Soest.

Como consecuencia de la identificación no exacta del aprovechamiento de los pastos por el método proximal, Van Soest desarrolló entre 1963 y 1967 un método rápido para dividir los carbohidratos de los alimentos en fracciones relacionados con sus disponibilidades nutricionales. Por medio de éste método se fracciona los carbohidratos en tres grupos:

- a) Muy disponibles: Aquellos que son susceptibles de digestión enzimática (azúcares del contenido celular de la planta).
- b) Disponibilidad incompleta: Son los aprovechables mediante digestión microbiana (celulosa, hemicelulosa).
- c) Frecuentemente no disponibles: Ayudan al tránsito intestinal, pero no son aprovechables por el animal, como la lignina. (Van Soest, P. J.; Wine, R. H. 1967).

El método de Van Soest es aplicable a los productos vegetales con alto contenido de fibra y un bajo contenido de proteína cruda, como es el caso de los henos y los residuos agroindustriales. Los análisis contemplados en éste método son la determinación de la Fibra Neutro Detergente (F.N.D.) y Fibra Ácida Detergente (F.A.D.). (Ospina, J.E., 1995).

#### 2.6.2.1. Fibra Neutro Detergente (FND).

Principio: El procedimiento neutro detergente para determinar los componentes de la pared celular es un método rápido en alimentos fibrosos vegetales. Aparentemente divide la materia seca al punto de que separa los constituyentes nutricionales solubles y accesibles, de aquellos que no son totalmente aprovechables o que dependen de la fermentación.

microbiológica para su aprovechamiento. (Van Soest, P. J.; Wine, R. H. 1967).

La Fibra Neutro Detergente corresponde al residuo de la digestión a la que es sometida una muestra seca, empleando solución de sulfato de lauril sódico y EDTA (Dimetil - Etil, Trimetil Amonio) sódico en un amortiguador de nitrógeno, pH neutro. Este residuo contiene los componentes de la pared celular de la planta, hemicelulosa, celulosa, lignina. En éste paso se eliminan las sustancias solubles en el detergente neutro, contenido celular más pectina. (Ospina, J.E. 1995).

#### **2.6.2.2. Fibra Ácido Detergente (F.A.D.).**

Principio: Este procedimiento permite una rápida determinación de la lignocelulosa en los alimentos. Sin embargo, en ésta fracción también aparece el sílice. La diferencia; entre el valor de las paredes celulares y la FAD, da una estimación del valor de la hemicelulosa, ya que ésta diferencia también incluye una fracción de proteína adherida a las paredes celulares. El método de Fibra Ácida Detergente también se emplea como paso preliminar en la determinación de la lignina. (Harris, L.E. 1970).

Este método consiste en hervir la Fibra Detergente Neutra (FND), con detergente ácido, bromuro de cetil trimetil amonio, en ácido sulfúrico durante 60 minutos. El residuo obtenido es la Fibra Detergente Ácida, celulosa, lignina, más sílice y otros minerales. La celulosa puede separarse de la lignina usando permanganato de potasio a pH3, ó ácido sulfúrico al 72%. El contenido de FAD ha sido utilizado como estimativa de la digestibilidad de un alimento, pues a medida que aumenta su concentración disminuye la digestibilidad. (Ospina, J.E. 1995).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización y Tipo de suelo.

El ensayo se realizó en la Cooperativa de la Reforma Agraria, "El Nilo I" ubicada en el cantón "Las Tablas", municipio de Zacatecoluca, departamento de La Paz; situado a 11.0 Km. al sur de la ciudad de Zacatecoluca.

Las coordenadas geográficas del lugar son: 13° 26' 08" Latitud Norte y 88° 55' 02" Latitud Oeste con una altura sobre el nivel del mar de 8.0 metros (Instituto Geográfico, 1986), una temperatura promedio anual de 26.8°C, con una temperatura máxima de 34.6°C y una temperatura mínima de 21.3°C, humedad relativa de 73% y una precipitación media anual de 1,838 mm. (Centro de Recursos Naturales, 1992).

El área experimental correspondió a planicies aluviales en la zona bajo costera, con pendientes menores del 2%. Las capas inferiores están profundas por depósitos aluviales de arena y ceniza pomicíticas mayormente. Tanto el drenaje externo como el interno son buenos, (Cuadrante, 1961) con textura Franco Arcilloso Limoso, contenido de materia orgánica:

4.08%; fósforo: 30.87 ppm; potasio: 218.0 ppm; nitrógeno total: 0.111% y un pH de 5.7. (Instituto Geográfico Nacional, 1986).

#### 3.2. Duración del ensayo.

La investigación de campo, tuvo una duración de 4 meses de febrero a mayo, desarrollado en la cooperativa, "El Nilo I" y una fase de laboratorio de 3 meses, de junio hasta agosto de 1999, realizado en el

laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

### **3.3. Unidades experimentales.**

Se utilizaron 24 parcelas pequeñas, cada una con un área de 97.5 m<sup>2</sup> (15 x 13m); se formaron 4 bloques de 3 parcelas grandes cada una (12 parcelas grandes) y dentro de cada parcela grande estaban dos de las parcelas pequeñas antes mencionadas. El área total experimental fue de 2,340 m<sup>2</sup>.

### **3.4. Labores culturales.**

La preparación del suelo se realizó con maquinaria, efectuando un paso de rastra, y luego se incorporó al voleo y en forma homogénea el abono orgánico Abonilo (excretas de bovino) en una relación de 54.7 qq/ha y el abono orgánico enriquecido (mezcla de excretas bovinas más excretas de aves), 42.11 qq/ha, en los bloques y parcelas que se utilizaría abono orgánico. La siembra se realizó un mes después de la incorporación, del abono, utilizando el método por surcos dejando una distancia de 30 cm. entre ellos con material fresco y fisiológicamente maduro. La fertilización química nitrogenada fue aplicada en 2 partes, en la siembra (2 qq/ha de Fórmula 15-15-15) y un mes después 2 qq/ha de urea de 46% de nitrógeno, en todos los tratamientos en base a un total de 122 lbs de N/ha.

### 3.5. Composición de los abonos orgánicos.

Elemento	Abonilo (%)	Gallinaza (%)
Nitrógeno	2.23	4.13
Fósforo	2.47	3.57
Potasio	2.51	3.10
Calcio	8.66	13.17
Azufre	8.66	13.17
Azufre	-	0.53
Magnesio	0.40	-
Manganeso	749.65 ppm	660.23 ppm.
Hierro	0.71%	0.35%
Zinc	394.56 ppm.	416.99 ppm.
Boro	71.54 ppm.	107.93 ppm.
Materia Orgánica	39.00	34.07
pH	7.0	-
Cobre	58.81 ppm.	-

Tomado de FUSADES, 1998.

Se realizaron 2 controles de malezas en forma manual, y un riego por semana, a los 75 días después de sembrado el pasto, se efectuó un corte de uniformización a 5 cm de altura y luego se tomaron las muestras de las parcelas a 21 y 35 días de crecimiento de acuerdo al arreglo de tratamientos.

### **3.6. Equipo utilizado.**

#### **3.6.1. Fase de Campo.**

En la fase de campo, el control de malezas, corte de uniformización y toma de muestras, se realizó con cuma; para la delimitación del área total y de las parcelas, se empleó cinta métrica de 30 m. El material cortado se pesó en báscula de plataforma con capacidad de 200 Kg y una balanza de reloj de 20 lbs. de capacidad.

#### **3.6.2. Fase de Laboratorio.**

En la Fase de Laboratorio, para determinar materia seca parcial, se utilizó la estufa de aire reforzado; y para determinar materia seca total, estufa de vacío. La determinación de proteína se hizo con microkjeldahl; para la Fibra Neutro Detergente y Fibra Ácido Detergente, el extractor de fibra y otros como: balanza analítica y semianalítica, mufla, desecador, cámara extractora de gases, molino y el destilador de agua. Además se prepararon soluciones, para la determinación de Fibra Ácido Detergente y Neutro Detergente, así como para la determinación de nitrógeno.

En la Facultad de Ciencias Agronómicas, es la primera vez que se realiza un estudio de ésta naturaleza por sus altos costos económicos.

### **3.7. Análisis de Laboratorio.**

En el laboratorio, con las muestras de pasto se realizaron análisis en el que se determinó:

- Materia seca parcial, por el método de aire reforzado.
- Materia seca total, por el método de vacío.
- Fibra Neutro Detergente, por el método de Van Soest.
- Fibra Ácido Detergente, por el método de Van Soest.



- Proteína, por el método de Microkjeldahl.

### 3.8. Metodología de muestreo.

Para obtener las muestras se realizó de la siguiente manera: Se cortó el pasto en cada parcela de un área efectiva de 58.5 m<sup>2</sup>, y una altura de 5 cm. del suelo, la cual era depositada en sacos de nylon y pesados en una báscula de plataforma con esto se determinó la biomasa seguidamente se tomaron muestras representativas de 3 lbs. de cada parcela, las cuales eran introducidas en bolsas plásticas y pesadas en balanza de reloj e identificadas con sus respectivos tratamientos, esto fue realizado en 2 fechas, a los 21 y 35 días de crecimiento del pasto.

Las muestras fueron puestas en hielera y mantenidas en refrigeración durante la noche. El día siguiente se llevaron al laboratorio para realizar sus respectivos análisis, para determinar humedad, proteína, FND, y FAD.

### 3.9. Metodología Estadística.

Modelo estadístico para un diseño de parcelas divididas en bloques al azar.

$$\hat{Y}_{ijk} = \mu + R_i + P_j + (R \times p)_{ij} + s_k + (P \times s)_{jk} + (R \times S)_{ik} + (R \times P \times S)_{ijk}.$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Cualquier observación de la unidad experimental

$\mu$  = Promedio sobre el cual está girando cualquier valor del experimento.

$R_i$  = Efecto de la i-ésima repetición.

$P_j$  = Efecto de la j-ésima parcela experimental.

$(R \times P)_{ij}$  = Error (a) entre parcela principales.

$S_k$  = Efecto de la k-ésima subparcela.

$(PxS)_{jk}$  = Efecto de la interacción de la parcela principal "j" x subparcela "k".

$(RxS)_{ik} + (RXPxS)_{ijk}$  = Error (b) entre subparcelas.

### 3.9.1. Diseño experimental.

El diseño experimental fue de parcelas divididas en bloques al azar, con 6 tratamientos y 4 repeticiones.

### 3.9.2. Estructura de tratamiento.

Los tratamientos fueron estructurados en arreglo factorial, con la combinación de 2 tipos de fertilización orgánica y la fertilización química (testigo) ubicadas en las parcelas grandes; y 2 edades de corte, evaluados en las parcelas pequeñas.

Los factores en estudio fueron las siguientes:

- a) Tipos de Fertilización Orgánica:  $F_0$  = Fertilización química;  $F_1$  = Abonilo (excretas bovinas);  $F_2$  = enriquecida (mezcla de excretas bovinas más excretas de aves).
- a) Edades de Corte:  $e_1$  = 21 días;  $e_2$  = 35 días. El arreglo factorial determinó los siguientes tratamientos:

$$\begin{array}{lll} T_1 = F_0 e_1 & T_3 = F_1 e_1 & T_5 = F_2 e_1 \\ T_2 = F_0 e_2 & T_4 = F_1 e_2 & T_6 = F_2 e_2. \end{array}$$

### 3.10. Variables Evaluadas.

- Biomasa o material verde (Ton/Ha/Corte).
- Materia seca (Ton/Ha/Corte).
- Proteína Cruda (% de la materia seca)
- Fibra Neutro Detergente (% de materia seca)
- Fibra Ácido Detergente (% de materia seca). (Ver Anexo 8.1).

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fase de laboratorio, tuvo una duración de 90 días, (3 meses), del 1° de junio al 1° de septiembre de 1999. Esta arrojó los resultados que se presentan en el Cuadro 1, al analizar los resultados del pasto swazi reflejados por los análisis de varianza, se encontró que no existe diferencia estadística significativa para la Fibra Neutro Detergente, ( $P. \leq 0.01$ ), ( $P. \leq 0.05$ ), tampoco se encontró diferencia estadística significativa bajo ningún tratamiento para la Fibra Ácido Detergente ( $P. \leq 0.01$ ), ( $P. \leq 0.05$ ). De igual manera, no se registró diferencia estadísticamente significativa para proteína ( $P. \leq 0.01$ ), ( $P. \leq 0.05$ ). En cambio, para las variables rendimiento de Biomasa y Materia Seca únicamente se encontró diferencia estadística significativa en la edad de corte ( $P. \leq 0.01$ ), ( $P. \leq 0.05$ ).

Para las 3 primeras variables, el comportamiento de los tratamientos evaluados, mostró un efecto similar tanto en la edad de corte como los tipos de fertilizante evaluado (Ver Cuadros A-1 al A-6).

Al realizar los análisis de varianza, para las diferentes variables, se determinó que no era necesario efectuar pruebas de significancia, ya que únicamente 2 variables resultaron significativas estadísticamente (Rendimiento de Biomasa y Materia Seca), para el factor edad de corte.

##### 4.1. Rendimiento promedio de biomasa por hectárea, por corte.

El rendimiento promedio de biomasa, fue evaluado y expresado en términos de toneladas por hectárea por corte; los resultados arrojados en el experimento, mostraron que no hubo diferencia estadística significativa, entre los tipos de fertilización ( $P. \leq 0.01$ ), ( $P. \leq 0.05$ ) pero se encontró

diferencia altamente significativa ( $P. \leq 0.01$ ), para épocas de corte (Ver Cuadro A-6).

Se observa, que los mejores rendimientos en la producción de biomasa, se obtuvieron con la mayor edad de corte, a 35 días de edad de cosecha.

En términos de rendimiento, las medias de los diferentes tratamientos se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Rendimiento de biomasa del pasto Swazi (*D. swazilandensis*) para los diferentes tratamientos (Ton/Ha/Corte).**

Fertilizantes	Edad de Corte (Días)		Promedio	Sd
	E <sub>1</sub> (21 días)	E <sub>2</sub> (35 días)		
Tradicional (fo) (15-15-15) + Urea	6.11	21.96	14.03	7.92
Abonilo (f <sub>1</sub> )	6.53	18.63	12.58	6.05
Abonilo + Gallinaza (f <sub>2</sub> )	7.39	20.34	13.87	6.48
Promedio	6.67	20.31		
Sd	0.53	1.36		

En el cuadro anterior, se observa que la edad de corte, produjo un efecto claramente marcado en el rendimiento de biomasa; es decir, a medida que el tiempo entre corte es mayor, se incrementan los rendimientos de biomasa, tal como se observa en la Fig. A-1.

Los resultados obtenidos por tratamiento en cada repetición, se presentan en el Cuadro A-1, también se presentan el cuadro de doble entrada para tipos de fertilizantes por edad de corte en el Cuadro 1.

En el cuadro A-6, de anexos, se presenta el análisis de varianza para el rendimiento de Biomasa por corte. Los resultados arrojados por el análisis de varianza, demuestran que se obtienen los mismos rendimientos de biomasa, al aplicar cualquiera de los fertilizantes evaluados, y que se muestra un efecto significativo únicamente con lo que respecta a la edad de corte, ( $P. \leq 0.01$ ).

Los resultados del rendimiento de *Digitaria swazilandensis* obtenidos con respecto a las edades de corte evaluadas, coinciden con los reportados por Alfaro, D. M. (1994), quien reporta a los 21 días de edad de cosecha, un rendimiento de 6.99 ton/ha/corte, y 14.05 ton/ha/corte a los 35 días.

McClymont y Cáceres citados por Bonilla y Quinteros (1993) indican que se dan mayores rendimientos en pastos que necesitan un período de maduración más largo como el swazi y napier y que se obtiene un rendimiento de 18.58 ton/ha/corte efectuados a 35 días en pasto swazi.

#### **4.2. Producción promedio de materia seca por corte (Ton/Ha).**

La producción promedio de materia seca evaluada y expresado en términos de porcentaje muestra que no hubo diferencia significativa entre los tipos de fertilizantes por edad de corte ( $P. \leq 0.01$ ), ( $P. \leq 0.05$ ) mientras que en la edad de corte, la diferencia fue altamente significativa ( $P. \leq 0.01$ ), ver Cuadro A-7.

Los resultados muestran una tendencia a incremento del contenido de materia seca a medida que aumenta la edad de corte de 21 días (1.21 Ton/Ha/Corte), 35 días (5.27 (Ton/Ha/Corte, ver Cuadro 2.

En el cuadro siguiente, se observa, que la edad de corte produjo un efecto muy bien marcado en la producción de materia seca del pasto swazi en los diferentes tratamientos.

**Cuadro 2. Producción de materia seca del pasto swazi (*D. swazilandensis*) para los diferentes tratamientos. (Ton/Ha/Corte).**

Fertilizantes	Edad de Corte (Días)		Promedio	Sd
	E <sub>1</sub> (21 días)	E <sub>2</sub> (35 días)		
Tradicional (fo) (15-15-15 + Urea)	1.13	5.95	3.20	2.36
Abonilo (f <sub>1</sub> )	1.17	5.02	2.82	1.89
Abonilo + Gallinaza (f <sub>2</sub> )	1.34	5.06	2.98	1.85
Promedio	1.21	5.34		
Sd	0.08	0.41		

En la Fig. A-2 se puede observar de manera gráfica el marcado incremento en la producción de materia seca del pasto swazi al incrementar la edad de cosecha.

En los Cuadros 2 y A-2, de anexos, se muestran los resultados obtenidos por tratamiento en cada uno de las repeticiones; además se

presenta, el cuadro de doble entrada para tipos de fertilizantes y épocas de corte.

Los resultados de materia seca en relación al tipo de fertilizante aplicado, de muestra tener un comportamiento similar entre ellos, es decir, que independientemente si se aplica el tratamiento tradicional (Fórmula 15-15-15 + Urea) como testigo, Abonilo (estiércol de bovinos) o el fertilizante orgánico (Abonilo + Gallinaza), las producciones de materia seca que se obtiene no difieren significativamente entre ellos. Esto es un resultado importante ya que se encontró que con la fertilización orgánica, se puede obtener rendimientos similares en materia seca a los obtenidos en fertilización química con la ventaja de que los primeros son de menor costo.

La mayoría de los resultados publicados, coinciden en que a mayor intervalo entre corte, existe un aumento en la producción de biomasa, materia seca y proteína cruda, Funes y Col. citado por Bonilla (1993), Ortega (1985), McIlroy, (1973). Los resultados para este experimento tuvieron la misma tendencia, lo cual se muestra en la Figura A-2.

#### **4.3. Contenido de proteína.**

Los resultados experimentales, demostraron que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, tipo de fertilizante, interacción fertilizante por edad de corte y edad de corte.

En lo que concierne al contenido de proteína, se encontró que esta no muestra diferencia significativa con la edad de corte ( $P. \leq 0.05$ ), es decir, que el pasto cosechado a los 21 días tuvo una producción del 12.80%, el pasto cosechado a los 35 días, tuvo una producción promedio de proteína

del 14.42%, manifestándose una diferencia no significativa entre los tratamientos evaluados.

En relación a la edad de corte, los resultados del experimento muestran que se obtuvo 12.8% de proteína cruda cuando se cosechó a los 21 días y 14.42% de proteína cruda a los 35 días (Cuadro 3), aunque el porcentaje de proteína cruda fue mayor en la segunda edad de corte, cuando se compararon estadísticamente, no se encontró diferencia significativa ( $P. \leq 0.05$ ) de edad de corte sobre el contenido proteico del pasto (Anexo A-8).

Con respecto al efecto del tipo de fertilizante aplicado, mostró la misma tendencia no se mostró tampoco una diferencia significativa del porcentaje de proteína independientemente se aplique uno u otro de los fertilizantes evaluados.

Esta tendencia se puede visualizar mejor, en la Fig. A-3, mientras que los valores obtenidos se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3. Contenido de proteína cruda del pasto swazi (*D. swazilandensis*) para los diferentes tratamientos.**

Fertilizantes	Edad de Corte (Días)		Promedio	Sd
	E <sub>1</sub> (21 días)	E <sub>2</sub> (35 días)		
Tradicional (f <sub>0</sub> ) (15-15-15 + Urea)	13.13	13.76	13.45	0.31
Abonilo (f <sub>1</sub> )	12.28	15.14	13.71	1.43
Abonilo + Gallinaza (f <sub>2</sub> )	13.00	14.37	13.69	
Promedio	12.80	14.42		
Sd	0.37	0.56		



En el cuadro 3 se puede observar que la producción más alta del contenido de proteína (15.14%) se observó en el T<sub>4</sub> (Abonilo y 35 días de corte).

El contenido de proteína promedio, fue mayor en el corte a 35 días que en el de 21 días, observándose un promedio de 14.42% y 12.80% respectivamente; este leve incremento en el porcentaje de proteína cruda es inesperado, probablemente la proteína cruda no disminuyó por que la fibra del pasto no aumentó de los 21 a los 35 días. (Ver sección 4.4).

En el cuadro A-3, de anexos se muestra los valores del contenido de proteína para los diferentes tratamientos y repeticiones; y en el cuadro 3 el efecto de el tipo de fertilizantes y edad de corte sobre el contenido proteico del pasto swazi.

Alfaro, D. M. (1994) reporta contenido proteico de 10.97% a 21 días de época de cosecha, como el valor más alto reportado en su investigación. Colocho; y Olivares (1989) citado por Alfaro (1994) reportan contenido proteico del 13.31%, valor relativamente similar, a promedio de 12.80% a 21 días de corte, encontrados en la presente investigación. Bonilla y Quinteros (1993) reportan contenido proteico de 11.67% y 13.68% a 35 y 40 días de corte respectivamente. Estos incrementos coinciden con los encontrados a los 35 días de corte (14.42%) en la presente investigación.

#### **4.4. Contenido de Fibra Neutro Detergente (%).**

Según los resultados obtenidos en la investigación, el porcentaje de Fibra Neutro Detergente (FND) en el pasto, bajo los diferentes tratamientos no manifiestan diferencia estadística significativa ( $P. \leq 0.05$ ), ( $P. \leq 0.01$ ), es decir que los resultados demostraron, que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, fertilizantes, épocas de corte, ni en la

interacción épocas por tipos de fertilizantes (ver Cuadro A-9). Se determinó que si el pasto se cosecha a 35 días, su contenido de Fibra Neutro Detergente, es ligeramente superior (68.07%) al pasto cosechado a los 21 días (ver Cuadro A-4) esto significa que la digestibilidad del pasto, sería prácticamente la misma con poca variación para las edades evaluadas.

En el cuadro A-4 de anexos se presentan los valores encontrados para cada tratamiento; y los valores promedios obtenidos de FND se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 4. Contenido de Fibra Neutro Detergente del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis*) en cada corte (%).**

Fertilizantes	Edad de Corte (Días)		Promedio	Sd
	E <sub>1</sub> (21 días)	E <sub>2</sub> (35 días)		
Tradicional (fo) (15-15-15 + Urea)	64.70	70.94	67.82	3.12
Abonilo (f <sub>1</sub> )	66.18	65.48	65.83	0.35
Abonilo + Gallinaza (f <sub>2</sub> )	64.97	67.81	66.39	1.42
Promedio	65.28	68.07		
Sd	0.64	2.23		

La Fig. A-4 muestra el comportamiento del contenido de Fibra Neutro Detergente en el pasto swazi.

En el cuadro 4 se puede observar que la tendencia a incrementar el contenido F.N.D. a medida se incrementaba la edad de corte no fue muy marcada. Se esperaba que al aumentar el intervalo entre corte, aumentara significativamente el contenido de fibra, como lo explica Colocho, citado por Bonilla y Quinteros (1993). Esto puede ser una ventaja del pasto swazi

en comparación con otros pastos que aumentan su contenido de fibra más rápidamente. La digestibilidad del pasto swazi evaluado por su contenido de FND no varía significativamente entre los 21 y 35 días por lo cual su utilización a los 35 días representaría mayores cantidades de biomasa y materia seca con un aprovechamiento similar para el animal.

#### **4.5. Fibra Ácido Detergente (FAD).**

De acuerdo a los resultados obtenidos en los laboratorio y los estadísticos, el porcentaje de Fibra Ácido Detergente (F.A.D.) en el pasto swazi para ambas épocas de corte los diferentes fertilizantes y la interacción no manifiestan diferencia significativa.

Las medias de los tratamientos con edad de corte de 21 días, el contenido de Fibra Ácido Detergente fue ligeramente superior que el de los tratamientos con 35 días de edad de corte.

En el cuadro A-5 de anexos, se presentan los resultados encontrados para cada tratamiento y el cuadro de doble entrada para evaluar el efecto del tipo de fertilizante y la edad de corte.

En el cuadro A-10 de anexos, se presenta el respectivo análisis de varianza para el contenido de Fibra Ácido Detergente, y los valores promedios obtenidos se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro 5. Contenido de Fibra Ácido Detergente del pasto swazi (*D. swazilandensis*) en cada corte (%).**

Fertilizantes	Edad de Corte (Días)		Promedio	Sd
	E <sub>1</sub> (21 días)	E <sub>2</sub> (35 días)		
Tradicional (fo) (15-15-15 + Urea)	40.17	39.86	40.01	0.16
Abonilo (f <sub>1</sub> )	38.37	38.10	38.24	0.14
Abonilo + Gallinaza (f <sub>2</sub> )	40.64	39.62	40.13	0.51
Promedio	39.72	39.19		
Sd	0.98	0.78		

En el cuadro 5 se puede observar que las medias para edad de corte y los tipos de fertilizantes son similares; sin embargo esperábamos que la comparar las edades de corte el contenido de F.A.D. a los 35 días fuese mayor que en la época de 21 días. Esto no fue así, como se observa en la figura A-5 de anexos. En términos generales, el tratamiento que tuvo un menor contenido de fibra fue el T<sub>4</sub> para la segunda edad de corte (35 días y fertilizado con Abonilo).

De acuerdo a lo anterior se podría inferir, que por los valores de fibra registrados en esta investigación, la digestibilidad del pasto tendría poca variación para las dos edades de corte evaluadas. Según estos resultados se puede inferir el pasto swazi, después de los 21 días se incrementa su tasa de crecimiento, pero esto implica mayor concentración de carbohidratos de reserva, ya que la proporción de carbohidratos de estructura (celulosa) no tiene una tasa de crecimiento significativo. Este comportamiento permite estimar que los valores de digestibilidad pueden ser similares a las dos edades de corte evaluadas.

Si los valores de F.A.D. se hubiesen incrementado a medida que incrementó la edad de corte se consideraría que este incremento de F.A.D. podría ser consecuencia de un aumento en el porcentaje de lignina, cosa que no sucedió.

#### 4.6. Evaluación económica.

Con el fin de determinar, cual de los tipos de fertilizante utilizado fue más económico, para las dos edades de corte, se han tomado en cuenta los siguientes indicadores económicos: presupuesto parcial, análisis de dominancia y la curva de beneficios netos. Para el análisis económico, se han tomado en cuenta datos reales sobre la producción de materia verde (Ton/Ha/Año).

**Cuadro 6. Presupuesto parcial, costo por unidad de biomasa (ton/ha/año).**

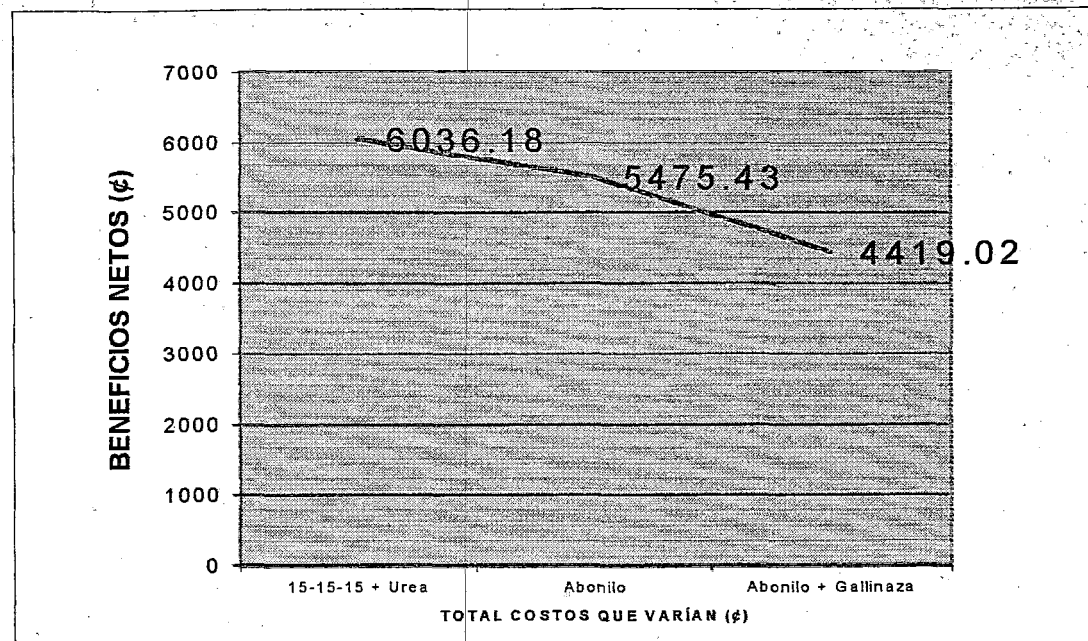
Detalle	Tratamientos					
	15-15-15 + Urea (fo)		Abonilo (f1)		Abonilo + Gallinaza (f2)	
	21 días	35 días	21 días	35 días	21 días	35 días
Rendimiento medio (Ton/Ha)	106.20	229.01	113.50	194.28	128.44	212.11
Precio de campo (¢/Ton.)	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Beneficios brutos de campo (¢/Ha)	4,248.00	9,160.00	4,540.00	7,771.20	5,137.60	8,484.40
Costo del fertilizante 15-15-15 + Urea (¢/Ha)	374.00	374.00	-	-	-	-
Costo del Abonilo (¢/Ha)	-	-	1,422.00	1,422.00	-	-
Costo del Abonilo + Gallinaza (¢/Ha)	-	-	-	-	998.93	998.93
Costo mano de obra por aplicación (¢/Ha)	53.42	53.42	106.84	106.84	106.84	106.84
Total costos que varían (¢)	427.42	427.42	1,528.84	1,528.84	1,105.77	1,105.77
Beneficios Netos (¢)	3,820.58	8,732.58	3,011.16	6,242.36	4,031.83	7,378.63

En el cuadro 6, se puede observar, que el fertilizante que produce los mayores beneficios netos para el análisis, es el fo, (fertilizante Químico, tradicional), seguido por f<sub>2</sub> (Abonilo + Gallinaza). El fo, es el tratamiento con menores costos variables, por tal razón, se convierte en el tratamiento más económico (ver Cuadro A-11) de anexos, donde se observa el presupuesto de costos para la elaboración de abono orgánico en la finca del ganadero.

**Cuadro 7. Análisis de Dominancia.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Tipos de Fertilización</b>	<b>Total de los costo que varían (¢)</b>	<b>Beneficios Netos (¢)</b>
F <sub>0</sub>	Tradicional (Químico)	425.42	6036.18
F <sub>2</sub>	Abonilo + Gallinaza	1105.77	5475.43
F <sub>1</sub>	Abonilo	1528.89	4419.02

En el cuadro 7, (análisis de Dominancia), se puede observar, que los tratamientos f<sub>1</sub> y f<sub>2</sub>, son dominados, ya que tienen beneficios netos menores a los del tratamiento fo, el cual tiene los costos que varían más bajos. El incremento del rendimiento de f<sub>2</sub>, no es suficiente para compensar el incremento de costos; por lo tanto, es el fo, el mejor tratamiento en términos económicos.



**Fig. 1. Curva Beneficios Netos.**

En una curva de beneficios netos, cada tratamiento se identifica con un punto, según sus beneficios netos y el total de los costos que varían. Los tratamientos que no son dominados, se unen con una línea, pero para el caso para demostrar que los tratamientos  $f_1$  y  $f_2$  se encuentran por debajo del tratamiento  $f_0$ .

De acuerdo a los resultados del análisis económico, los tratamientos con abono orgánico  $f_1$  y  $f_2$ , son dominados por el tratamiento testigo el cual resulta ser el más económico en este ensayo. Sin embargo, al observarlo desde otra óptica, partiendo de la realidad, que quien cultiva un pasto es porque tiene ganado, entonces se ve en la necesidad de aprovechar sus recursos disponibles y por lo tanto, puede producir su propio abono orgánico a partir de las excretas de su ganado, evitando así la compra de fertilizantes químicos u orgánicos, transformándose esto en un ahorro para su bolsillo y una contribución a la no contaminación ambiental.



## 5. CONCLUSIONES

1. Se concluye que la mejor edad de cosecha de las evaluadas en el pasto swazi, es de 35 días, ya que su rendimiento de biomasa y materia seca, se incrementa significativamente sin afectar su calidad nutricional (F.N.D. F.A.D) independientemente del tipo de fertilizante utilizado.
2. Los contenidos de Fibra Neutro Detergente y Fibra Ácido Detergente no son afectados por el tipo de fertilización y su cambio entre 21 y 35 días no es significativo según nuestros resultados, lo que sugiere que la digestibilidad del pasto swazi no disminuye de forma considerable hasta los 35 días.
3. El establecimiento de pastos con abono orgánico, demostró que al cosechar a los 35 días de edad, se obtienen los mejores resultados en cuanto a rendimiento de materia seca y proteína.
4. El porcentaje de proteína cruda no varía significativamente en el pasto swazi entre 21 y 35 días. Sin embargo existe una gran ventaja en la cantidad de proteína producida por Ha. ya que la materia seca producida es mayor a los 35 días. Esto puede ayudar a reducir la proteína suplementaria en la alimentación del ganado.
5. Desde el punto de vista económico los tratamientos con fertilización química, dieron resultados más positivos; pero es importante señalar que el costo del abono orgánico utilizado es el comercial, el cual es mucho más alto del que puede tener un ganadero en su propia finca.



6. La utilización del abono orgánico, permite reducir la contaminación ambiental, por que se incorpora al suelo material que al no procesarlo se convierte en un foco de contaminación, además de que se mejora la estructura física - química del suelo.

## 6. RECOMENDACIONES

1. Es recomendable cosechar el pasto swazi a los 35 días, utilizando los niveles de fertilización considerados en este ensayo, ya que se obtienen altos rendimientos de biomasa y materia seca, así como excelente calidad nutricional del pasto.
2. Se recomienda a los ganaderos que para el establecimiento del pastizal, éste deberá fertilizarse con excretas de bovino, a razón de 54.70 qq/ha, ya que es una económica fuente de nitrógeno.
3. Se recomienda darle continuidad a ésta investigación, para determinar contenidos específicos de sílice, lignocelulosa, cutina y otros componentes de la pared celular en el pasto swazi, que ayudarán de alguna manera al conocimiento pleno de éste, como una fuente nutricional.
4. Se recomienda que el pasto swazi, sea evaluado con otras dosis de fertilizante orgánico y a diferentes edades de corte, para compararlos con resultados obtenidos en este ensayo.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. ALDANA MENDEZ, S.; RODRÍGUEZ LINARES, M.; SARMIENTO DURÓN, M. 1991. Influencia de diferentes niveles de gallinaza en la digestibilidad de la ración en novillos de engorde. Tesis Ing. Agr. San Salvador. E.S. Universidad de El Salvador. Pág. 3.
2. ALFARO, D. M. 1994. Niveles de fertilización nitrogenada y períodos de recuperación del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis*). Tesis Ing. Agr. San Salvador. E.S. Universidad de El Salvador. Pág. 42.
3. BATEMAN, J.V. 1970. Nutrición animal. México, D.F. México. Herrero Hnos. Pág. 146.
4. BERLIJN, J.D. 1985. Pastizales naturales. México, D.F. México. Trillas. Pág. 44.
5. BONILLA, V.; QUINTEROS, F. E. 1993. Estimación del punto óptimo de la cosecha de los pastos elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Var. Napier y swazi (*Digitaria swazilandensis*, Stent) durante época seca, bajo riego en el departamento de Sonsonate. Tesis Ing. Agr. San Salvador, E.S. Universidad de El Salvador. Pág. 8 - 14.

6. BOWEN, J.E.; KRATRY, B.A. 1986. El estiércol y el suelo. Revista Agricultura de las Américas. New York, U.S.A. N°. 9. P. 11-15.
7. CENTRO DE RECURSOS NATURALES; SERVICIO METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 1992. Almanaque salvadoreño, La Libertad, El Salvador. Pág. 83, 84, 85, 88.
8. COOKE, G.W. 1983. Fertilización para rendimientos máximos. Trad. Antonio Marino Ambrosio. México, D.F. México. CONTINENTAL. Pág. 49 – 53.
9. CHASE, A.; LUCES, Z. 1972. Primer libro de las gramíneas. Trad. Por Zoraida de Febres. IICA. 2ª. Ed. Lima, Perú. Pág. 6 – 8, 10, 12, 88.
10. CHICAS, R.; MELÉNDEZ, J. F. 1993. Niveles de gallinaza en la alimentación de caprinos (*Capra spp.* Var. Doméstica) en crecimiento, durante la época seca. Tesis Ing. Agr. San Salvador, E.S. Universidad de El Salvador. Pág. 9.
11. DENYS, J. R.; W. C. BOURNE. 1961. Levantamiento General de suelos, San Salvador, DGIA/MAG. Cuadrante 2,456 III, La Herradura.

19. HARRIS, L. E. 1970. Métodos para el análisis químico y la evaluación biológica de alimentos para animales. Trad. Por Juan Salazar. AID. Florida, U.S.A. Pág. 3201.
20. HUBBEL, D. F. 1990. Técnica Agropecuaria aplicada a zonas tropicales. Trad. Por Guillermo Fernández de Lara. México, D.F. México. TRILLAS. Pág. 16 – 18.
21. IDIAP. 1970. Informe Anual. Gualaca, Panamá. Pág. 20.
22. IDIAP. 1987. Proyecto de doble propósito. Informe anual. Panamá, Panamá. Pág. 150.
23. JACOB. A. 1964. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. Por López Martínez de Alva. 2ª. Ed. Wageningen, Holanda. Pág. 65.
24. JIMENEZ, H.; APARICIO, R.N. 1981. Efecto de la fertilización nitrogenada y dos intervalos de corte sobre la producción de materia seca y composición química de la *Digitaria swazilandensis* Stent. Tesis Ing. Agr. Panamá, Panamá. Universidad de Panamá. Pág. 72.
25. LEÓN JORDAN, H. 1955. Forrajicultura y pasticultura. Barcelona, España. SALVAT. Pág. 62 – 63.

26. MARTÍNEZ, O.V.; CUÉLLAR RAMOS, H. A.; CAMPOS QUINTANILLA, H. A. 1994. Rendimiento y calidad del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis*); sometido a dos niveles de fertilización foliar y dos períodos de recuperación. Tesis Ing. Agr. San Salvador, E.S. Universidad Politécnica de El Salvador. Pág. 3 – 24.
27. MAYNARD, L. A. 1975. Nutrición Animal. Trad. Alfonso Ortega Said, 4ª. Edición, Estados Unidos, Pág. 93 – 95.
28. McILLROY, R. J. 1973. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. México, D.F. México. LIMUSA. Pág. 97 – 130.
29. MORRISON, F. B. 1965. Alimentos y alimentación del ganado. Trad. por José Luis de La Loma. 2ª. Ed. México, D.F. México. HISPANOAMERICANA. Pág. 452 – 453.
30. MURILLO, B.; CABEZAS, M. T. sa. valor nutritivo de la gallinaza para el ganado bovino. INCAP. Guatemala, Guatemala. Pág. 8.
31. ORTEGA, C. M. 1987. Aspectos técnicos de la Producción de forraje y leche en Panamá. Panamá, Panamá.
32. ORTEGA, C.M. s.a. Plantas forrajeras para el trópico panameño. Pág. 1 – 8.

41. SELKE, W. 1968. Los abonos. 4ª. Ed. Oviedo, España. León. Pág. 62.
42. SEMPLE, A.T. 1974. Avances en pasturas cultivadas y naturales. AID. Buenos Aires, Argentina. HEMISFERIO SUR. Pág. 24 - 26.
43. SPAIN, J. M. 1979. Recopilación de datos sobre pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Pág. 532 - 538.
44. SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. 1992. Gramíneas tropicales. FAO. Roma, Italia. Pág. 12.
45. URRIOLA, D.; GÓMEZ, J. 1986. Pasto swazi (*Digitaria swazilandensis*), una gramínea para Panamá. Panamá, Panamá. Pág. 13.
46. VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. The determination of plant cellwall constituents. Pág. 50.
47. VOISIN, A. 1967. Dinámica de los pastos. Trad. Por Carlos Luis de Cuevas. Madrid, España. TECNOS. Pág. 331 - 332.
48. WHYTE, R.O.; MOIR, T. R. G.; COOPER, J. P. 1971. Las gramíneas en la agricultura. FAO. Pág. 374.

49. ZÚNIGA BEMÚDEZ, L. A. 1992. Efecto de la gallinaza como abono orgánico en el rendimiento y composición química del pasto Callie (*Cynodon dactylon* Var. Callie), en época seca bajo riego. Tesis Ing. Agr. San Salvador, E.S. Universidad de El Salvador. Pág. 49 – 50.



## 8. ANEXOS

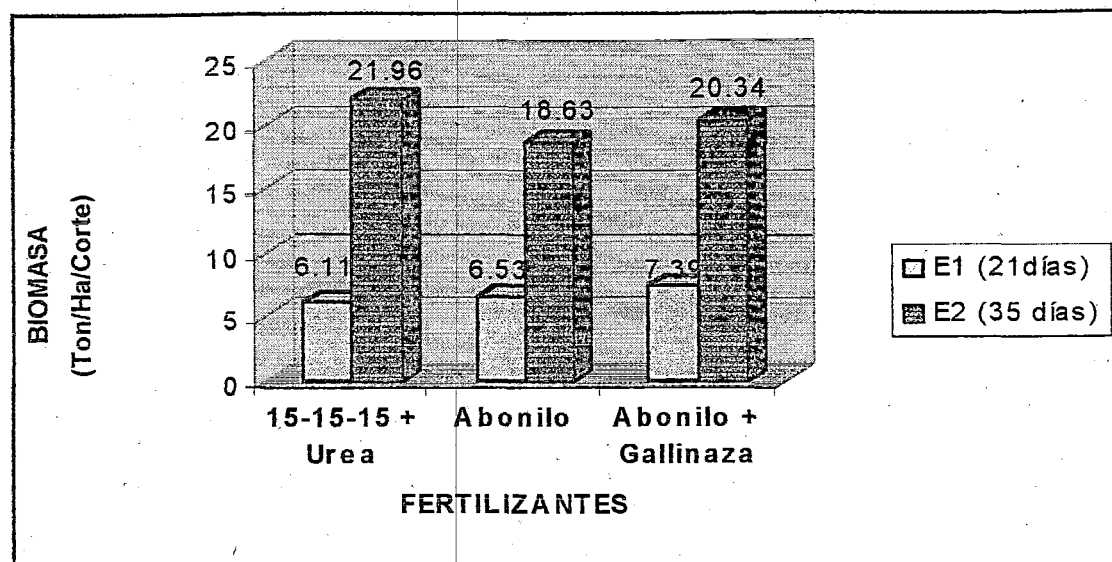


Fig. A-1: Rendimiento de Biomasa (Ton/Ha/Corte) del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis stent*) con diferentes tipos de fertilizantes y a dos edades de corte.

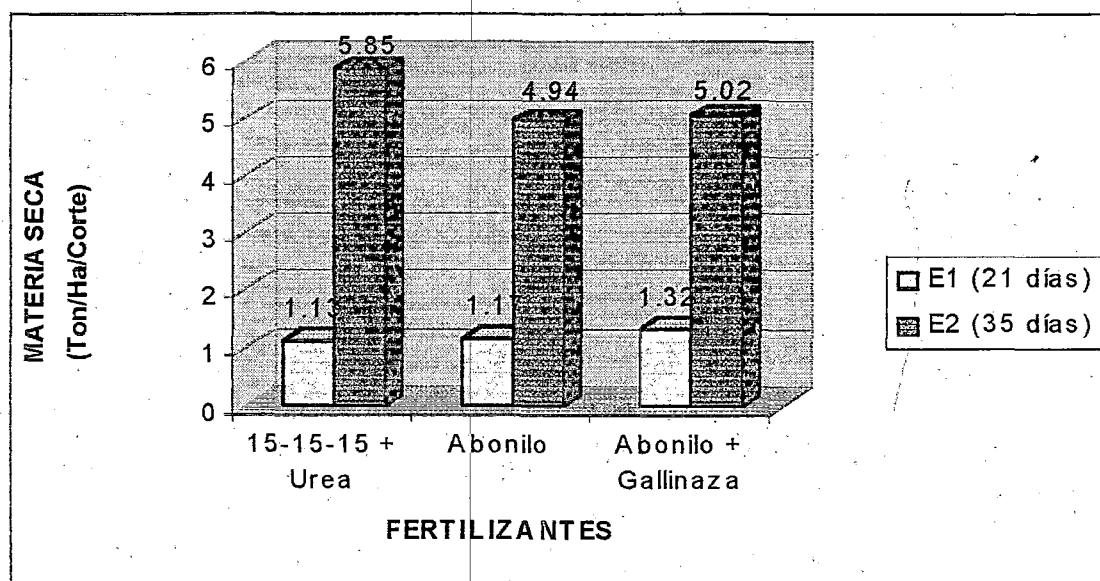


Fig. A-2: Producción de Materia Seca (Ton/Ha/Corte) del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis stent*).

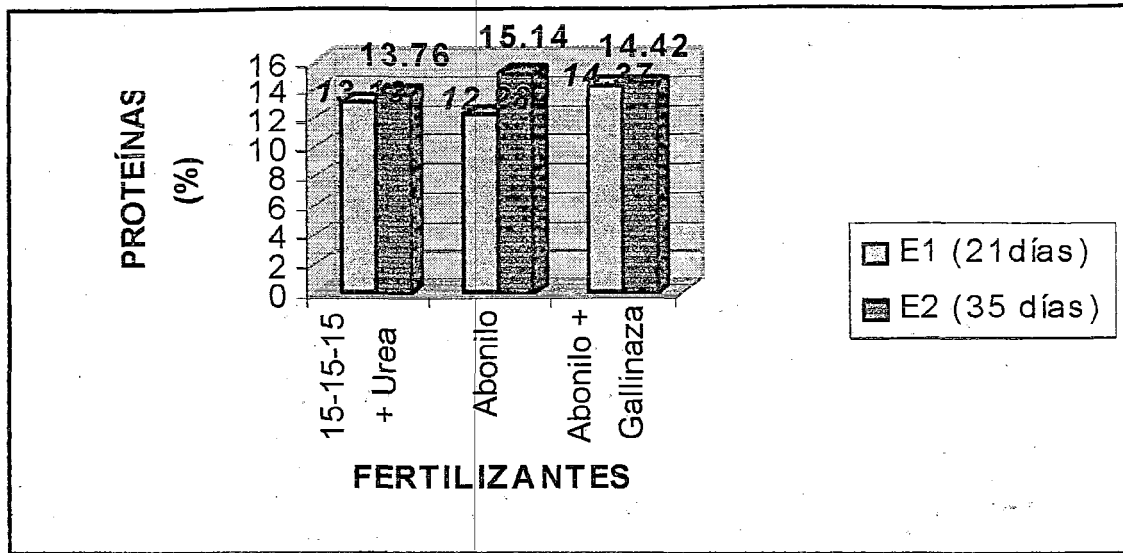


Fig. A-3: Contenido de Proteína en base seca (%) del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis stent.*)

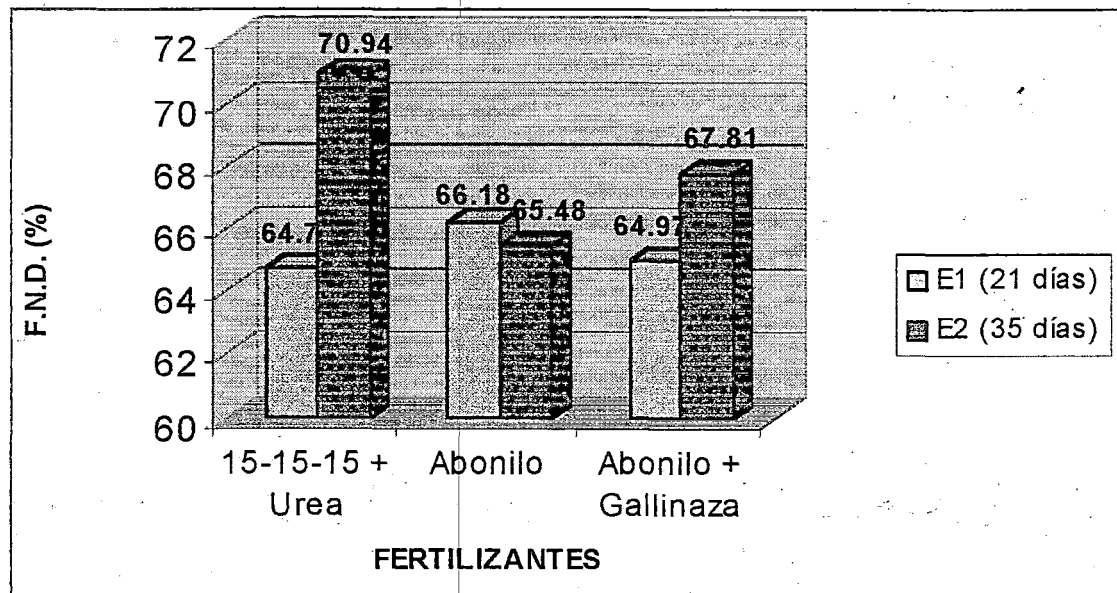


Fig. A-4: Contenido de Fibra Neutro Detergente (%) en el pasto swazi (*Digitaria swazilandensis stent.*)

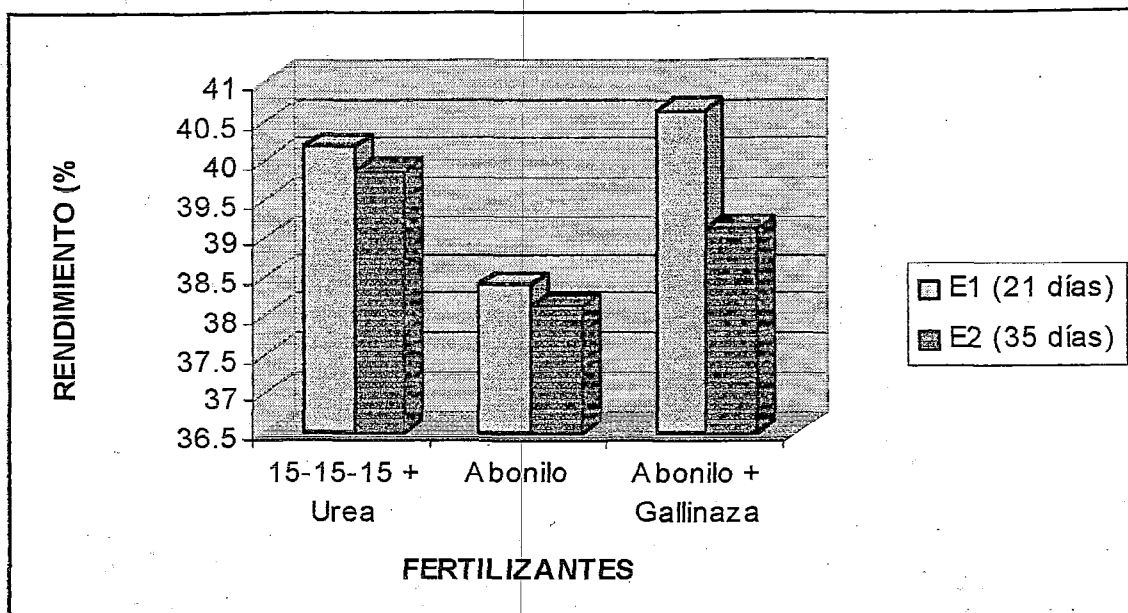


Fig. A-5: Contenido de Fibra Ácido Detergente del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis stent.*)

**Cuadro A-1. Producción promedio de biomasa del pasto swazi  
(*Digitaria swazilandensis* stent.) (Ton/Ha/Corte).**

Fertilizantes	Edad de Corte	Repeticiones				X	Sd
		I	II	III	IV		
Tradicional (fo) (15-15-15 + Urea)	E <sub>1</sub>	6.27	7.62	5.08	5.47	6.11	0.97
	E <sub>2</sub>	33.80	21.74	19.74	12.48	21.96	7.67
Abonilo (f <sub>1</sub> )	E <sub>1</sub>	7.81	6.93	6.23	5.17	6.53	0.97
	E <sub>2</sub>	12.48	15.72	27.60	18.72	18.63	5.63
Abonilo + Gallinaza (f <sub>2</sub> )	E <sub>1</sub>	7.81	10.52	5.37	5.81	7.39	2.03
	E <sub>2</sub>	21.20	26.15	18.55	15.47	20.34	3.91

**Cuadro A-2. Producción promedio de materia seca del pasto swazi  
(*Digitaria swazilandensis* stent.) (Ton/Ha/Corte).**

Fertilizantes	Edad de Corte	Repeticiones				X	Sd
		I	II	III	IV		
Tradicional (fo) (15-15-15 + Urea)	E <sub>1</sub>	1.05	1.48	0.93	1.06	1.13	0.20
	E <sub>2</sub>	8.39	5.59	5.93	3.48	5.85	1.74
Abonilo (f <sub>1</sub> )	E <sub>1</sub>	1.43	1.34	1.02	0.92	1.17	0.21
	E <sub>2</sub>	3.44	4.59	6.88	4.87	4.94	1.24
Abonilo + Gallinaza (f <sub>2</sub> )	E <sub>1</sub>	1.36	1.84	1.01	1.07	1.32	0.32
	E <sub>2</sub>	5.32	6.17	4.37	4.22	5.02	0.79

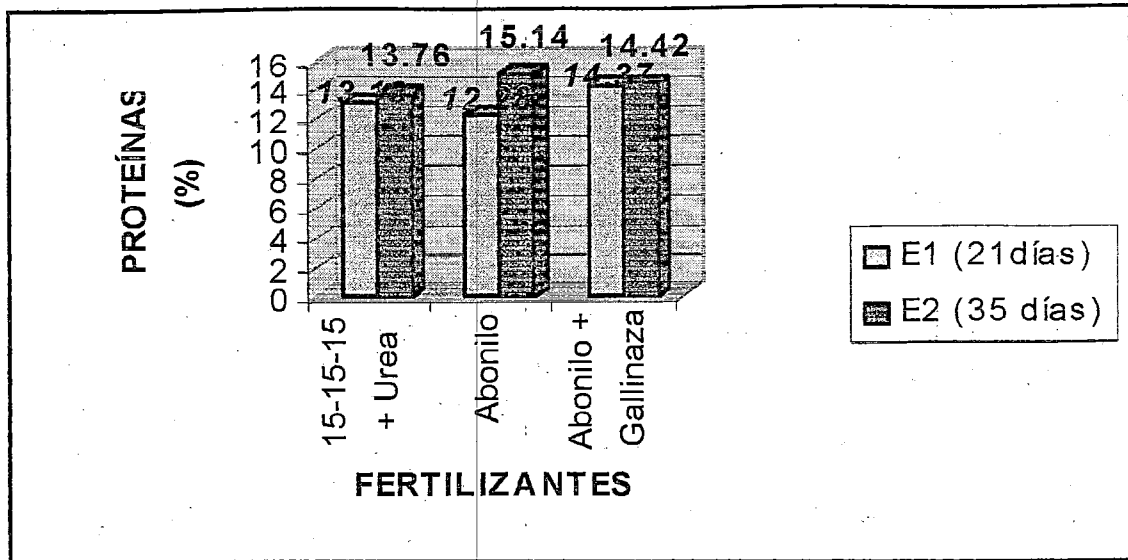


Fig. A-3: Contenido de Proteína en base seca (%) del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis stent.*)

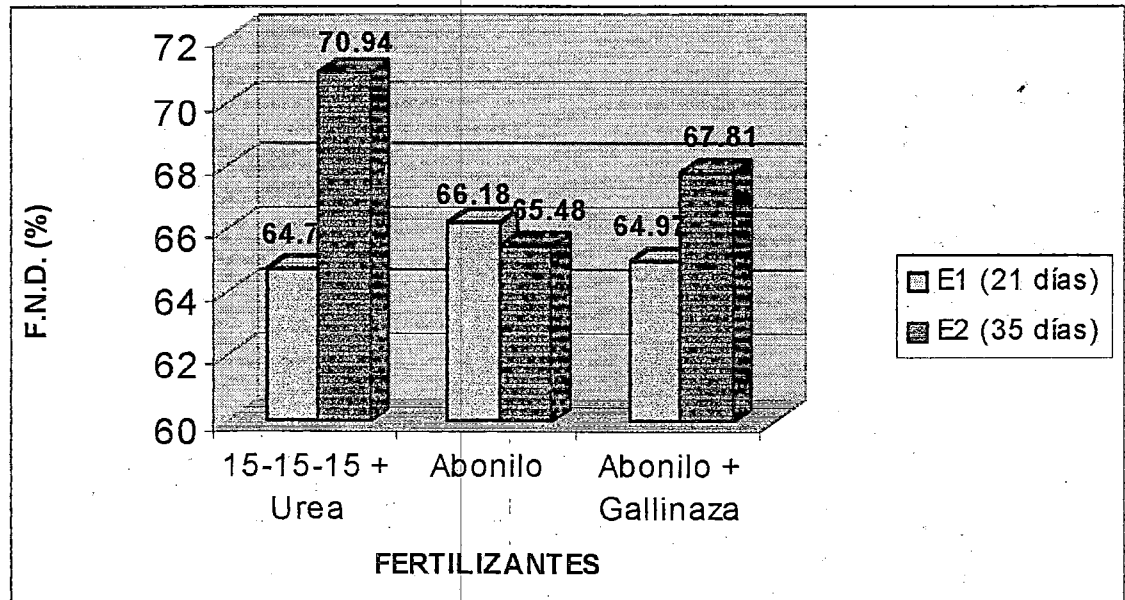


Fig. A-4: Contenido de Fibra Neutro Detergente (%) en el pasto swazi (*Digitaria swazilandensis stent.*)

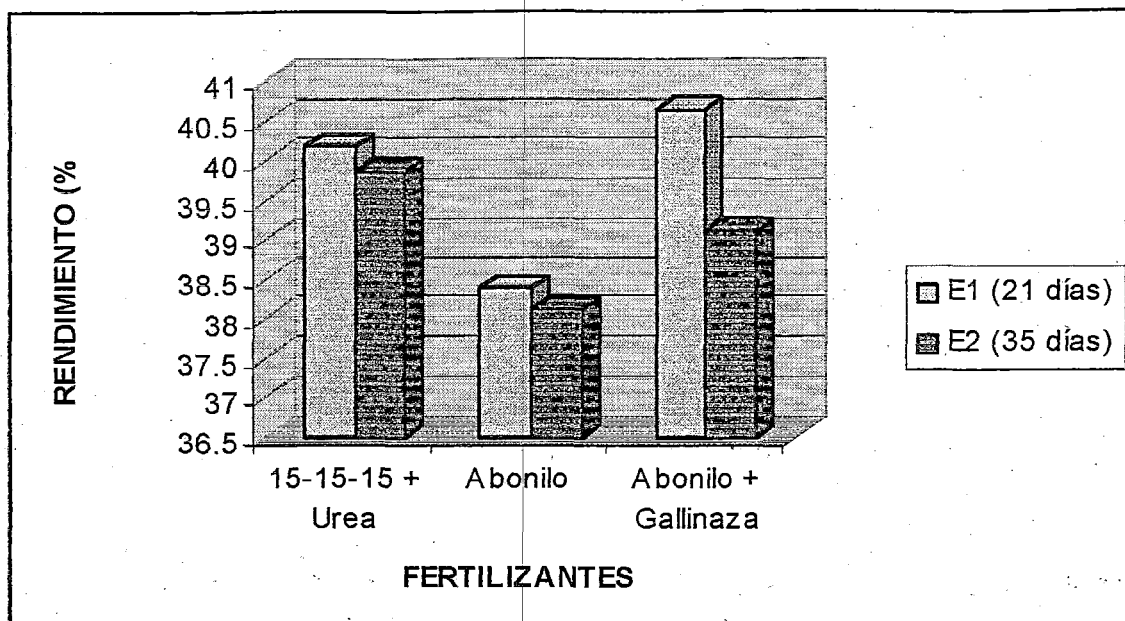


Fig. A-5: Contenido de Fibra Ácido Detergente del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis stent.*)

**Cuadro A-3. Producción promedio de proteína por corte del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis stent.*) (%).**

Fertilizantes	Edad de Corte	Repeticiones				X	Sd
		I	II	III	IV		
Tradicional (fo) (15-15-15 + Urea)	E <sub>1</sub>	13.47	11.54	13.63	13.86	13.13	0.93
	E <sub>2</sub>	16.41	14.66	13.66	10.31	13.76	2.22
Abonilo (f <sub>1</sub> )	E <sub>1</sub>	8.97	11.47	13.90	14.77	12.28	2.26
	E <sub>2</sub>	13.95	15.67	15.35	15.58	15.14	0.70
Abonilo + Gallinaza (f <sub>2</sub> )	E <sub>1</sub>	12.57	12.25	12.28	14.88	13.00	1.10
	E <sub>2</sub>	13.60	15.71	13.63	14.54	14.37	0.86

**Cuadro A-4. Producción promedio por corte de Fibra Neutro Detergente (F.N.D.) del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis stent.*) (%).**

Fertilizantes	Edad de Corte	Repeticiones				X	Sd
		I	II	III	IV		
Tradicional (fo) (15-15-15 + Urea)	E <sub>1</sub>	66.71	63.88	62.39	65.80	64.70	1.68
	E <sub>2</sub>	66.98	73.11	68.71	74.98	70.94	3.22
Abonilo (f <sub>1</sub> )	E <sub>1</sub>	71.07	65.48	64.06	64.10	66.18	2.88
	E <sub>2</sub>	64.25	58.82	69.83	69.01	65.48	4.39
Abonilo + Gallinaza (f <sub>2</sub> )	E <sub>1</sub>	67.74	58.76	69.00	64.36	64.97	3.96
	E <sub>2</sub>	72.55	62.37	70.76	65.56	67.81	4.05



**Cuadro A-5. Producción promedio por corte de Fibra Ácido Detergente (F.A.D.) del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis* stent.) (%).**

Fertilizantes	Edad de Corte	Repeticiones				X	Sd
		I	II	III	IV		
Tradicional (f <sub>0</sub> ) (15-15-15 + Urea)	E <sub>1</sub>	43.02	43.13	38.08	36.44	40.17	2.97
	E <sub>2</sub>	39.00	41.41	39.70	39.32	39.86	0.93
Abonilo (f <sub>1</sub> )	E <sub>1</sub>	41.15	37.60	38.56	36.16	38.37	1.82
	E <sub>2</sub>	37.97	34.83	40.86	38.73	38.10	2.16
Abonilo + Gallinaza (f <sub>2</sub> )	E <sub>1</sub>	41.33	43.54	40.88	36.79	40.64	2.43
	E <sub>2</sub>	36.01	45.06	38.56	36.79	39.10	3.56

**Cuadro A-6. Análisis de Varianza para el rendimiento de Biomasa de pasto swazi (*Digitaria swazilandensis* stent.).**

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. calc.	"F" Tablas	
					5%	1%
Repeticiones	3	2,125.10	708.37	0.85 <sup>NS</sup>	4.76	9.78
Fertilizante	2	282.23	141.11	0.17 <sup>NS</sup>	5.14	10.92
Error (A)	6	4,987.73	831.28			
Edad de Corte	1	31,525.20	31,525.20	51.12 <sup>**</sup>	5.12	10.56
Fertilización x Edad de corte	2	438.35	219.18	0.35 <sup>NS</sup>	4.26	8.02
Error (B)	9	5,539.91	615.54			
Total	23	44,898.52				

N.S. = No significativo.

\*\* = Altamente significativo.

**Cuadro A-7. Análisis de Varianza para el rendimiento de Materia Seca de pasto swazi (*Digitaria swazilandensis* stent.)**

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. calc.	"F" Tablas	
					5%	1%
Repeticiones	3	4.58	1.53	0.32 <sup>NS</sup>	4.76	9.78
Fertilizante	2	7.40	3.70	0.76 <sup>NS</sup>	5.14	10.92
Error (A)	6	29.11	4.85			
Edad de Corte	1	399.68	399.68	271.89**	5.12	10.56
Fertilización x Edad de corte	2	5.48	2.74	1.86 <sup>NS</sup>	4.26	8.02
Error (B)	9	13.25	1.47			
Total	23	459.25				

N.S. = No significativo.

\*\* = Altamente significativo.

**Cuadro A-8. Análisis de Varianza para el porcentaje de Proteína de pasto swazi (*Digitaria swazilandensis* stent.)**

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.	F. Tablas	
					5%	1%
Repeticiones	3	5.104	1.701	0.1289 <sup>NS</sup>	4.76	9.78
Fertilizante	2	10.383	5.192	0.3933 <sup>NS</sup>	5.14	10.92
Error (A)	6	79.205	13.201			
Edad de Corte	1	4.815	4.815	0.4703 <sup>NS</sup>		
Fertilización x Edad de corte	2	21.323	10.662	1.0414 <sup>NS</sup>	4.26	8.02
Error (B)	9	92.142	10.238			
Total	23	212.937				

N.S. = No significativo.

**Cuadro A-9. Análisis de Varianza para el porcentaje (%) de Fibra Neutro Detergente del pasto swazi (*Digitaria Swazilandensis* stent.).**

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.	F. Tablas	
					5%	1%
Repeticiones	3	72.101	24.034	1.2425 <sup>NS</sup>	4.76	9.78
Fertilizante	2	16.895	8.448	0.4367 <sup>NS</sup>	5.14	10.92
Error (A)	6	116.059	19.343			
Edad de Corte	1	46.984	46.984	4.0685 <sup>NS</sup>	5.12	10.56
Fertilización x Edad de corte	2	48.309	24.155	2.0916 <sup>NS</sup>	4.26	8.02
Error (B)	9	103.935	11.548			
Total	23	404.282				

N.S. = No significativo.

**Cuadro A-10. Análisis de Varianza para el porcentaje (%) de Fibra Ácido Detergente del pasto swazi (*Digitaria swazilandensis* stent.)**

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.	F. Tablas	
					5%	1%
Repeticiones	3	31.701	10.567	1.0671 <sup>NS</sup>	4.76	9.78
Fertilizante	2	18.060	9.030	0.9119 <sup>NS</sup>	5.14	10.92
Error (A)	6	59.417	9.903			
Edad de Corte	1	1.696	1.696	0.3208 <sup>NS</sup>	5.12	10.56
Fertilización x Edad de corte	2	0.702	0.351	0.0664 <sup>NS</sup>	4.26	8.02
Error (B)	9	47.580	5.287			
Total	23	159.157				

N.S. = No significativo.

## Anexo A-11

**PROCESAMIENTO DE ABONO ORGÁNICO**

La preparación del abono orgánico a base de excretas de bovino, básicamente consiste en trasladar al estiércol y desechos del establo a un patio de secado, donde debe ser volteado una vez por semana para que pierda su humedad, durante un período de 3 - 6 meses. El cuadro A-11, muestra los costos de producción de abono orgánico que un ganadero tendría en su finca.

**Cuadro A-11. Costos de producción (100 qq) de abono orgánico (excretas de bovino) en la finca del ganadero.**

Detalle	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (¢)	Costo Total (¢)
Acarreo de estiércol	4	D/hombre	25.00	100.00
Volteo de estiércol	12	D/hombre	25.00	300.00
Almacenaje	2	D/hombre	25.00	50.00
Total				450.00

\* El costo del abono orgánico por quintal para el agricultor es de ¢4.50

## **Anexo 1. Determinación de Fibra Neutro Detergente (FND) por el Método de Van Soest.**

### **Fundamento:**

El tratamiento de material vegetal con sulfato de lauril sódico, disuelve el contenido celular y deja como residuo la pared celular que contiene: Celulosa, hemicelulosa y lignina, a esto se le conoce Fibra Neutro Detergente. (Maynard, L. A. 1975).

### **Equipo:**

- Extractor de fibra marca VEIP
- Balanza analítica marca METTLER H-30
- Bomba de vacío
- Desecador de gabinete
- Horno de mufla modelo Willey
- Estufa

### **Materiales:**

- Crisoles de vidrio para fibra
- Crisoles de porcelana
- Beaker de 2,000 ml.
- Mecheros
- Trípodes
- Malla de asbesto
- Pinzas tipo tijera.

### **Reactivos para la solución Neutro Detergente:**

- Sulfato lauril sódico 30.0 gr.
- EDTA, sal sódica dehidratada 18.6 gr.

- Borato sódico 6.8 gr.
- Fósforo disódico 4.6 gr.
- 2 Etilenglicol 10.0 ml.
- Agua destilada 1.0 lt.
- Acetona P A.

**Forma de preparar la solución Neutro Detergente:**

- a) Se prepara agregando en un beaker con 100 ml de agua caliente 18.6 gr. de EDTA sódica y 6.8 gr. de borato de sodio, luego mezclar homogéneamente.
- b) Agregar en un beaker con 100 ml de agua 30 gr. de sulfato lauril sódico más 10 ml. de etilenglicol y mezclar homogéneamente.
- c) Colocar en un beaker vacío 4.6 gr. de fosfato disódico luego agregar agua caliente y mezclar con un agitador hasta disolver completamente.

Luego mezclar cada una de las mezclas cuidadosamente en un balón aforado hasta 1,000 ml.

**Procedimiento:**

En un crisol especial para determinar Fibra se coloca 0.40 gr. de muestra previamente molida a través de un molino Wélley, se adaptó el crisol al aparato ajustándolo bien para evitar pérdidas durante el proceso. Luego se le añadió 100 ml de solución neutro detergente, se calentó el porato hasta ebullición durante (5 - 6 minutos), evitando la excesiva formación de espuma. Se ajustó el calor de forma que la ebullición fuera suave, manteniendo constante durante 1 hora desde su inicio.

Terminando los 60 minutos, se lavó con agua destilada caliente (90 – 100°C) para arrastrar la parte soluble de la muestra, esta operación se repitió varias veces.

Una vez terminado el lavado se trasladó la muestra que se encontraba en el crisol de vidrio hacia un crisol de porcelana, que contenía una pequeña capa de fibra de asbesto para continuar el proceso de lavado en agua destilada caliente en la bomba de vacío.

Finalmente, sobre el residuo del crisol se añadió acetona y se filtró en la bomba de vacío hasta que quedó seco.

Esto se realizó varias veces hasta que acetona filtrada quedó incolora.

Luego se colocaron los crisoles en la estufa de desecación mantenida a una temperatura de 103°C durante toda la noche.

Al día siguiente, los crisoles se sacaron de la estufa y se colocaron en el desecador durante media hora. Una vez enfriados los crisoles se pesaron anotando este peso como “crisol + fibra”. Luego se calcinaron en un horno de mufla a 500°C por 3 horas; se enfriaron por media hora en el desecador, se pesaron anotando éste peso como “crisol + ceniza”.

#### **Cálculos:**

$$\text{a) } \% \text{ FND} = \frac{(\text{Crisol} + \text{Fibra}) - (\text{Crisol vacío})}{\text{Peso de muestra (gr)}} \times 100$$

$$\text{b) } \% \text{ FND} = \frac{(\text{Crisol} + \text{Fibra}) - (\text{Crisol} + \text{ceniza})}{\text{Peso de muestra (gr)}} \times 100$$



## **Anexo 2. Determinación de Fibra Ácido Detergente (FAD) por el método de Van Soest.**

### **Fundamento:**

Van Soest (1965) define la Fibra Ácido Detergente como el residuo que queda después de tratar una muestra de alimento con una solución de bromuro de cetil trimetil amonio en ácido sulfúrico 1 N. Este residuo corresponde a una fracción de lignocelulosa, minerales, algunas hemicelulosas, pectinas y taninos.

### **Equipo:**

- Extractor de fibra marca VELP
- Balanza analítica marca METTLER H-30
- Bomba de vacío
- Desecador de gabinete
- Estufa
- Horno de mufla

### **Materiales:**

- Crisoles de vidrio para fibra
- Crisoles de porcelana
- Beaker de 2,000 ml.
- Mecheros
- Trípodes
- Malla de asbesto
- Pinzas tipo tijera.

### **Reactivos para la solución ácido detergente:**

- Ácido sulfúrico 1 N 1lt.

- Bromuro de cetil trimetil amonio 20 gr.
- Acetona P. A

#### **Preparación de la solución ácido detergente:**

Se preparó agregando 51.08 ml. de ácido sulfúrico de 96% de pureza y 1.84 de densidad aforado con agua destilada hasta 1 litro, luego se le añadieron 20 gr. de bromuro cetil trimetil amonio y agitar.

#### **Procedimiento:**

Se pesó en balanza analítica 0.40 gr. de muestra previamente molida, y se colocó en el crisol de vidrio para fibra luego se le añadió 100 ml. de solución ácido detergente y se reguló la temperatura del aparato hasta ebullición durante (5 – 6 minutos). Luego se ajustó el calor de forma que la ebullición fuera suave y constante durante 1 hora desde su inicio. Al haber concluido los 60 minutos, se lavó con abundante agua destilada caliente (90° - 100°C) para arrastrar las partículas que quedaron alrededor del crisol de vidrio al igual que la parte soluble de la muestra.

Una vez terminada ésta operación, se trasladó la muestra que se encontraba en el crisol de vidrio hacia un crisol de porcelana para continuar el lavado, y filtrando con agua caliente en la bomba de vacío.

Finalmente sobre el residuo del crisol se añadió acetona esto se repitió varias veces, hasta observar la acetona incolora.

Luego se colocaron los crisoles en la estufa la desecación a una temperatura de 103°C durante toda la noche. Al día siguiente los crisoles se sacaron de la estufa y se colocaron en el desecador por media hora. Una vez enfriados los crisoles, se pesaron anotando este peso como “crisol + fibra”, luego se calcinaron en la mufla a 500°C por 3 horas. Se enfriaron

por media hora en el desecador y se pesaron; este peso se anota como "crisol + ceniza".

**Cálculos:**

$$a) \% \text{ FAD} = \frac{(\text{Crisol} + \text{Fibra}) - (\text{Crisol vacío})}{\text{Peso de muestra (gr)}} \times 100$$

$$b) \% \text{ FAD} = \frac{(\text{Crisol} + \text{Fibra}) - (\text{Crisol} + \text{ceniza})}{\text{Peso de muestra (gr)}} \times 100$$

### **Anexo 3. Determinación de Nitrógeno por el método de Microkjeldahl.**

#### **Fundamento:**

1- Destrucción de la materia orgánica por acción del ácido sulfúrico concentrado y caliente. Este actúa sobre la materia orgánica deshidratándola y carbonizándola.

El carbón es oxidado y el nitrógeno reducido a amoníaco en presencia de reactivos específicos que actúan como catalizadores. El amoníaco desprendido queda fijado en el ácido sulfúrico como sulfato de amonio, que es estable en las condiciones de trabajo.

2- El amoníaco liberado, es recogido en un volumen conocido de ácido bórico formándose borato de amonio.

3- El borato de amonio se titula con ácido clorhídrico empleando como indicador una mezcla de azul de metileno y rojo de metilo.

#### **Equipo:**

- Micro kjeldahl digestión y destilación
- Balanza analítica METTLER H-30
- Balanza semi analítica

#### **Materiales:**

- Balones de microkjeldahl de 100 ml.
- Erlenmeyer de 125 ml.
- Probetas de 10 y 25 ml.
- Soporte para bureta completa
- Papel filtro

- Perlas de vidrio
- Microbureta de 10 ml.

**Reactivos:**

- Ácido sulfúrico concentrado libre de nitrógeno P.A.
- Óxido de mercurio libre de nitrógeno P.A.
- Sulfato de potasio P.A.
- Solución de tiosulfato de sodio al 8%
- Solución de hidróxido de sodio al 50%.
- Solución de ácido bórico al 4%.
- Solución de ácido clorhídrico 0.1 N
- Azul de metileno
- Rojo de metilo      Indicadores

**Procedimiento:**

## a) Digestión.

Pesar el papel filtro en balanza analítica más o menos 0.1 gr. de muestra, colocarla en un balón de microkjeldahl de 100 ml. Luego agregar 1.5 gr. de sulfato de potasio, 0.1 gr. de óxido de mercurio y 6.0 ml. de ácido sulfúrico concentrado. Agitar durante 5 minutos esta mezcla y colocar los balones en el aparato digestor, todos al mismo tiempo y conectar el sistema de extracción de vapores, mover constantemente los balones y esperar hasta que la solución esté clara más o menos 55 minutos.

## b) Destilación.

Enfriar los balones, agregar agua destilada hasta la mitad del bulbo, esperar que se enfríen.

Agregar 3.5 ml. de solución de tiosulfato de sodio al 8%, 4 perlas de vidrio, 3 de zinc más 25 ml. de solución de hidróxido de sodio al 50%.

Recibir el destilado en un erlenmeyer de 50 ml. el que debe contener 15 ml. de solución de ácido bórico al 4% más 2 gotas de indicador rojo de metilo más azul de metileno y colocarlo en el aparato.

Destilar aproximadamente 30 ml; dejar enfriar y titular con solución de ácido clorhídrico al 0.1 N.

### **Cálculos:**

El porcentaje de nitrógeno total se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{ml. HCl muestra} - \text{ml. HCl testigo}) \times N \times 0.14 \times 100}{\text{Peso de muestra (gr)}}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrógeno} \times 6.25$$

#### **Anexo 4. Determinación de Humedad Parcial:**

##### **Fundamento:**

La determinación de la humedad es sencilla, la muestra se pesa y se calienta a una temperatura de 60°C durante 24 horas en una estufa de aire reforzado.

##### **Equipo:**

- Balanza semianalítica
- Estufa de aire reforzado

##### **Materiales:**

- Bolsas de papel
- Tijera de podar
- Lápiz graso
- Pinzas tipo tijera.

##### **Procedimiento:**

El material se cortó con tijera en pedazos pequeños y se mezcló en forma homogénea de manera que la muestra fuera representativa, luego se introdujeron en bolsas de papel perforado y se identificaron. Las bolsas se cerraron y se colocaron en la estufa de aire reforzado previamente calentada a una temperatura de 60°C durante 24 horas.

Se sacaron las muestras de la estufa para enfriar durante media hora en el desecador y se pesaron.

##### **Cálculos:**

- a)  $\text{Peso de bolsa} + \text{muestra} - \text{peso bolsa vacía} = \text{peso de muestra.}$

- b)  $\text{Peso de bolsa + muestra antes de secar} - \text{peso bolsa + muestra después secar} = \text{pérdida de peso.}$
- c)  $\% \text{ de humedad parcial} = \frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$



## **Anexo 5. Determinación de Humedad Total:**

### **Fundamento:**

La materia seca total se obtiene eliminando el agua por desecación de la muestra después de la humedad parcial, colocando la muestra en una estufa de vacío a 105°C durante 5 horas.

### **Equipo:**

- Estufa de vacío
- Balanza analítica
- Bomba de vacío
- Desecador

### **Materiales:**

- Cajas de aluminio
- Pinzas tipo tijera

### **Procedimiento:**

Se calentaron cajas de aluminio vacías en estufa a 105°C durante 2 horas, se enfriaron en el desecador y se pesaron. Se le agregaron a cada caja más o menos 2 gr. de muestra previamente molida y se pesó. Luego se colocaron las cajas destapadas e identificadas con la muestra, en la estufa de vacío calentada a 105°C durante 5 horas.

Se sacaron las cajas, se taparon y colocaron en el desecador por media hora y se pesaron.

### **Cálculos:**

- a)  $\text{Peso de caja + muestra} - \text{peso caja vacía} = \text{peso de muestra.}$

- b) Peso de caja + muestra antes de secar - peso de caja + muestra después de secar = pérdida de peso.
- c) % de Humedad Total =  $\frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$