

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA – LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERIA EN AGROECOLOGÍA TROPICAL**



**EFEECTO DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA Y NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA SECA DEL SORGO FORRAJERO. VARIEDAD INTA FORRAJERO EN EL PERIODO COMPRENDIDO 2008 – 2009.**

**Previo para optar al título de Ingeniero en Agroecología Tropical.**

**PRESENTADO POR:**

**BR. ELVIN CHEVEZ SANABRIA**

**BR. ALLAN ESPINOZA TREMINIO**

**TUTORES:**

**ING. MIGUEL GERÓNIMO BÁRCENAS LANZAS**

**ING. JORGE LUIS ROSTRÁN MOLINA**

**ASESOR:**

**ING. JUAN DE DIOS PASTORA**

**LEÓN JUNIO DEL 2010**

## INDICE

<b>RESUMEN</b>	2
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>II. OBJETIVOS</b>	4
<b>III.HIPÓTESIS</b>	5
<b>IV.MARCO TEÓRICO</b>	6
4.1 Descripción taxonómica del sorgo forrajero.	6
4.2 Descripción botánica.	6
4.3 Requerimientos ambientales.	6
4.4 Prácticas Culturales.	7
4.5 Corte del Forraje.	15
4.6 Producción y calidad de forraje.	15
4.7 Usos.	17
4.8 Información sobre el híbrido “INTA forrajero”.	20
4.9 Toxicidad del Sorgo INTA forrajero.	22
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	23
5.1 Ubicación del Estudio.	23
5.2 Materiales utilizados.	23
5.3 Descripción del diseño experimental.	23
5.4 Variables a Medir.	24
5.5 Definición de los factores.	25
5.6 Definición de los tratamientos.	25
5.7 Tamaño de la Parcela.	26
5.8 Establecimiento y manejo del cultivo.	27
5.9 Análisis Estadístico.	27
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	28
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	37
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	38
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA</b>	39
<b>X. ANEXOS</b>	41

## RESUMEN

Los sistemas de producción ganadera de Nicaragua están basados en el uso de forrajes como fuentes de alimentos para animales. El objetivo del estudio fue evaluar cuatro densidades de siembra con cuatro niveles de fertilización (Urea) sobre el rendimiento de materia seca en sorgo variedad INTA forrajera. Este trabajo se realizó en la comunidad de los Zanjones, Municipio de Posoltega, departamento de Chinandega en el periodo comprendido 2008-2009. El diseño utilizado es de Bloque Completamente Aleatorio (DBCA), bifactorial representado como D “densidad de siembra” y N “dosis de urea” habiendo en el área de investigación cuatro repeticiones (bloque) y dieciséis tratamientos con 64 unidades experimentales en un área total de ensayo de 576 m<sup>2</sup>. Los datos obtenidos se procesaron en el programa SPSS dando los siguientes resultados: el análisis indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos, las densidades ejercen efecto en el segundo corte y el nivel de fertilización nitrogenada en los dos cortes, el nivel más alto de urea N3 (195 kg/ha de urea) presentó las mayores alturas en las plantas y rendimientos de materia seca, en el primer corte los mejores resultados fueron presentados en los tratamientos D2N3 (25 pt/m + 195 kg/ha) con un promedio de 13453 kg materia seca/ha seguido del tratamiento D1N3 (20 pt/m + 195 kg/ha) con 12584 kg de materia seca/ha, en el segundo corte el mayor rendimiento se presentó en el tratamiento D1N3 (20 pt/m + 195 kg/ha) con 7220 kg materia seca/ha seguido del tratamiento D2N3 (25 pt/m + 195 kg/ha) con 5981 kg materia seca/ha según DUNCAN no hay diferencias significativas, el mayor porcentaje de proteína se encuentra en la dosis de 195 Kg/HA con 13.1 % de proteína y la menor fue el testigo con 9.4 % de proteína. En conclusión el sorgo respondió de manera significativa a la proporción de la fertilización nitrogenada (urea) aplicada en este estudio a diferencia de la densidad que su efecto es notorio en el segundo corte. El mayor porcentaje de proteína cruda en el forraje es generado por el mayor nivel de urea N3 (195 kg/ha) aplicada y que coincide con las mejores alturas y los mejores rendimientos en este estudio. Se recomienda el tratamiento D2N1 (25 pt/m + 65 kg/ha de urea) porque los rendimientos comparados con los tratamientos de mayor dosis de urea no existe diferencia significativa y al disminuir la aplicación de urea bajaríamos los costos de producción y los riesgos de contaminación ambiental.

## I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción ganadera de Nicaragua están basados en el uso de forrajes como fuentes de alimentos para animales, sin embargo uno de los principales retos que enfrentan estos sistemas es asegurar la disponibilidad de materia seca de calidad durante todo el año que permite sostener niveles de producción del ganado, biológica y económicamente, atractivos. (Abdelhadi, L. 2005)

El cultivo de sorgos forrajeros representa una opción para cubrir total o parcialmente los requerimientos de forraje de calidad para el ganado debido a su capacidad de producir grandes cantidades de forraje por unidad de superficie y oportunidad de realizar varios cortes en el año con menos requerimientos de agua que otros cultivos forrajeros. Las plantas de sorgo forrajero pueden ser utilizadas directamente para suministrárselas al ganado picadas en pequeños trozos o bien conservadas como heno o ensilaje para ofrecer a los animales en épocas de siembra. (Abdelhadi, L. 2005)

Rivera (1967) aplicó 12 fórmulas de fertilizantes a dos variedades híbridas de Sorgo forrajero. Encontró que económicamente conviene aplicar 38,6-0-0 kg /ha, con esa cantidad se obtuvo un rendimiento de materia verde similar al obtenido con las otras fórmulas que contenía mayores cantidades de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Fry (1968) informa que con la aplicación de 40 a 50 Kg. de Nitrógeno por hectárea, después del corte del Sorgo se puede obtener el máximo potencial de rebrote y valor nutritivo.

El propósito del estudio es averiguar la densidad y nivel de fertilización óptima de este cultivo en el occidente del país, para determinar el mayor rendimiento de acuerdo a la cantidad de biomasa y calidad nutritiva del cultivo, con el objetivo de determinar los gastos necesarios tanto de la cantidad de semilla a sembrar y la cantidad de nitrógeno por hectárea para satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar el efecto de cuatro densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización nitrogenada (urea 46 %) sobre el rendimiento de materia seca del sorgo forrajero (*Sorghum spp.*) variedad INTA.

### **Objetivo Específicos**

Evaluar la altura de las plantas de sorgo forrajero bajo diferentes densidades de siembra y niveles de fertilización nitrogenada al momento de cada corte.

Determinar el rendimiento de las plantas de sorgo forrajero bajo diferentes densidades de siembra y niveles de fertilización nitrogenada al momento de cada corte.

Comparar los niveles proteicos en el sorgo forrajero en las diferentes dosis de fertilización nitrogenada al momento de cada corte.

### **III.HIPOTESIS**

Ho. Los tratamientos no tienen diferencia significativa en el desarrollo fonológico y productivo del cultivo de sorgo forrajero.

Ha. Al menos uno de los tratamientos tiene diferencia significativa en el desarrollo fonológico y productivo del cultivo de sorgo forrajero.

## **IV. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 Descripción taxonómica del sorgo forrajero**

Los sorgos constituyen un gran número de especies y sub-especies incluidas en el género *Sorghum* de la familia de las Poaceae. Por su utilización pueden reunirse en cuatro grandes grupos: sorgos de grano, sorgos dulces o de jarabe, sorgos de escoba y los sorgos forrajeros.

Al grupo de los sorgos forrajeros pertenecen distintas especies, variedades e híbridos del género *Sorghum*, de las cuales se usan los tallos, hojas y panoja para alimentar al ganado. (Adaptado de Ibar, L., 1987)

### **4.2 Descripción botánica**

Los Sorgos forrajeros son plantas de crecimiento rápido, de porte alto que alcanzan alturas en un rango de 1.8 hasta 3.2 m, dependiendo del cultivar. Los tallos son jugosos con un diámetro de 1-3 cm., los nudos suelen ser gruesos y la longitud de los entrenudos varía también según la variedad, poseen abundantes hojas de forma lanceolada-acintada y de una longitud comprendida entre 30-100 cm. La panícula es suelta y abierta con ramas superiores finas. Es un cultivo anual con dos a más cortes en el año, dependiendo del cultivar, del manejo y de la disponibilidad de agua en el suelo (Compton, P. 1990).

### **4.3 Requerimientos ambientales**

#### **4.3.1 Clima**

Entre los factores climáticos más importantes para el cultivo del sorgo forrajero están la humedad y la temperatura. A pesar de poseer diferentes mecanismos que le permiten tener tolerancia a la sequía, el sorgo tiene un requerimiento mínimo de humedad para obtener rendimientos de forraje satisfactorios. Debe considerarse la cantidad de lluvia y su distribución en el tiempo y el espacio. El sorgo requiere cuando menos 275-300 mm de agua desde la siembra hasta la floración y 400 mm para el ciclo completo, lo cual puede asegurarse en zonas con precipitaciones entre 600 a 900 mm al año. Cuando se dispone de riego, es suficiente un riego después de la siembra y otros tres riegos cuidadosamente programados durante la fase de establecimiento.

Debido a su origen tropical, el sorgo es uno de los cultivos más sensibles a las bajas temperaturas. Los mejores rendimientos se obtienen con temperaturas que oscilan entre 27.5 y 32.5<sup>0</sup>C. (Compton, P. 1990).

#### **4.3.2 Suelo**

El sorgo forrajero produce mejor en suelos fértiles de textura mediana o pesada, aunque se ha adaptado a una amplia variedad de suelos. En los suelos aluviales profundos usualmente se producen plantas de calidad y se pueden sembrar mayores cantidades de plantas por unidad de superficie que en los suelos someros. El cultivo puede progresar tanto en suelos bajos y fértiles como en los altos y arenosos; sin embargo, no crece bien en suelos con mal drenaje, por los encharcamientos de agua que son perjudiciales para la planta. Por otro lado, se adapta bien a un amplio rango de pH del suelo que oscila entre 5.0 y 8.5, según algunas variedades adaptadas a condiciones extremas. (Compton, P. 1990).

### **4.4 Prácticas culturales**

#### **4.4.1 Preparación de suelo**

La preparación de la tierra se define como la manipulación mecánica del suelo con el fin de formar una estructura deseable para la cama de la semilla y mejorar las condiciones que afectan la producción de los cultivos. Esta incluye el control de la maleza presente antes de la siembra y de sus reservas de semillas, la labranza del suelo favorece el desarrollo de las plántulas.

En el caso de la preparación usando maquinaria, las labores inician con la limpieza del terreno mediante el pase de una chapa dadora o a través de una chapia. En este sistema de labranza usualmente se da un pase de arado, seguido de dos pases de grada y un pase de grada con banca antes de la siembra. Se pueden hacer siembras directas cuando la maquinaria está disponible.

También, la preparación se puede hacer usando tracción animal. En este caso primero se hace la limpieza del terreno a través de una chapia y des-basureó, luego se realizan dos pases de arado en forma cruzada a un intervalo de 10 días entre uno y otro pase, por último el surcado o rayado. (INTA 2004)

#### **4.4.2 Fecha de siembra**

La fecha de siembra para las condiciones de secano, debe coincidir con el inicio de la estación lluviosa de tal manera que el sistema radical esté bien establecido antes de que se asiente el período seco (canícula) y permite obtener una mayor cantidad de cortes aprovechando la época lluviosa. Cuando se dispone de riego, se puede sembrar en cualquier época del año, siempre que la temperatura no sea menor de 16 °C, ni superior a los 35 °C.

#### **4.4.3 Método y densidad de siembra**

En las regiones húmedas el sorgo forrajero se siembra a 60 centímetros entre calle. La semilla se deposita a chorrillo dejando de 25 a 30 semillas por metro lineal, lo cual equivale a depositar 30 libras por manzana. En las regiones secas se puede sembrar a 70 centímetros entre calle depositando de 20 a 25 semillas por metro lineal equivalentes a 25 libras por manzana. Si la distribución de la semilla se realiza por golpes, se depositan 5-6 semillas por postura dejando separación de 20 cm entre posturas y 60 cm entre surcos.

La profundidad de siembra y la calidad de la semilla son dos elementos muy importantes a tener en cuenta al momento de la siembra, para garantizar el buen establecimiento del cultivo. Con relación a la profundidad de siembra, debido al tamaño de la semilla de los sorgos forrajeros, la semilla debe sembrarse a una profundidad no mayor de 2-3 cm. (aprox. una pulgada) y tener el cuidado que al momento de la preparación del suelo la tierra quede bastante suelta, sin formar grandes terrones, para evitar pérdidas por enterramiento de la semilla a una profundidad mayor que la antes indicada.

En el caso de la calidad de la semilla, es importante observar que la semilla a utilizar se encuentre limpia, sana, libre de hongos e insectos y comprobar que el porcentaje de germinación de la semilla sea similar al valor proporcionado por el vendedor o en la etiqueta del envase, para evitar especulaciones en caso de que se presenten problemas de germinación de las semillas. También, debe indagarse si la semilla viene tratada con algún insecticida y fungicida, porque en caso que no lo esté deben aplicarse esos

tratamientos. *Generalmente la semilla se trata con Carboxin + Captan (Vitavax 40 WP)*. (Compton, P. 1990).

#### **4.4.4 Fertilización**

El tipo de suelo y las precipitaciones determinará la necesidad de fertilizantes. Podrá necesitarse una aplicación básica de nitrógeno, fósforo y potasio a la siembra y aplicaciones adicionales de nitrógeno durante el crecimiento y después de cada corte. Los requerimientos de nutrientes de la mayoría de los sorgos forrajeros incluyen la aplicación de 25 Kg. de nitrógeno por manzana (dependiendo del nivel de materia orgánica del suelo), 25 Kg. de fosfato ( $P_2O_5$ ) y 25 Kg. de Potasa ( $K_2O$ ) a la siembra, y posteriormente 25 Kg. de nitrógeno por manzana a los 25-30 días después de la siembra y después de cada corte. Esta recomendación es para suelos de fertilidad media. Los más altos rendimientos se obtienen en suelos con pH entre 6.0 y 6.5. (Zelaya, H.1973.)

#### **4.4.5 Selección de la variedad**

La variedad o híbrido de sorgo forrajero a sembrar dependerá del sistema de uso que se vaya a utilizar, por ejemplo si es para un sistema de suministro de forraje verde de corte o si es para heno o ensilaje. Además, deberá escogerse cultivares que puedan adaptarse a las condiciones de clima del lugar donde se va a sembrar. Para esto, las casas comerciales o distribuidoras de semillas dueñas de los distintos materiales liberados en el mercado tienen clasificados sus híbridos y variedades según el uso más adecuado para el que son recomendados y las condiciones edafo-climáticas a las que están adaptados dichos materiales. A continuación se describen algunas características de los tipos de sorgos recomendados según el uso:

A) Sorgos para heno; se debe sembrar sorgos forrajeros que son los que contienen la mayor cantidad de proteínas en la planta al inicio de floración y presentan tallos delgados que facilitan la deshidratación del forraje. Si no se dispone de una variedad forrajera, se puede sembrar cualquier sorgo para grano, el cual se debe cortar al momento de floración temprana.

B) Sorgos para picado y alimentación directa; se deben seleccionar variedades de sorgos forrajeros (tipo Sorgo Sudán o híbridos de éste con cualquiera de los otros tipos) debido a que son variedades seleccionadas por su alto contenido de proteínas en la planta y tienen capacidad para rebrotar y realizárseles más de cuatro cortes en el año. También se pueden seleccionar variedades de sorgo para grano que tengan alto contenido de azúcar en el tallo.

C) Sorgos para ensilaje; se quieren materiales con alta proporción de granos en el rendimiento de biomasa al momento del corte en la fase de grano lechoso, aunque estos tienen menor contenido de proteínas, pero son de gran rendimiento de materia seca, se pueden usar variedades de sorgo para grano o híbridos de sorgo granífero con cualquiera de los otros tipos y hacer el corte al inicio de grano pastoso. En los lugares donde el daño de pájaro es severo y se quiere el aporte del grano pastoso, se debe sembrar variedades de sorgo con alto contenido de taninos para evitar que los pájaros se coman el grano en el campo antes del corte para ensilaje. En Argentina, en las explotaciones lecheras tecnificadas de alto rendimiento, se usa el ensilaje únicamente de la panoja en estado pastoso de variedades de sorgo para grano con alto contenido de taninos. La fermentación del ensilaje degrada los taninos y no son problemas en la alimentación de las vacas lecheras.

D) Sorgos de doble propósito; es importante mencionar que en los sistemas de producción en los que el agricultor utiliza el grano para consumo humano y alimento de animales menores como gallinas, pollos, cerdos y el rastrojo lo utiliza para consumo de animales mayores como bueyes, vacas lecheras y terneros de engorde. Las variedades deben ser buenas productoras de grano y el forraje (las hojas) debe permanecer verde al momento de la cosecha, además tener buen sabor (palatabilidad), valor nutritivo (tallos con bajos contenidos de fibras no digeribles, buen contenido de azúcar y hojas de buen nivel en proteínas) para los animales que los consumen. Estas variedades se denominan en el mercado como variedades de doble propósito. (House, L. 1982.)

#### **4.4.6 Control de malezas**

Las malezas se deben controlar eficientemente hasta que las plantas de sorgo puedan competir con las malezas. El control de malezas se puede hacer por medios mecánicos o químicos. El control cultural implica una buena preparación del suelo, sembrar híbridos y variedades que se adapten a las condiciones de la zona, realizar rotación de cultivos. El control químico se realiza mediante el uso de herbicidas el cual presenta ventajas sobre otros métodos por ser más rápido y seguro. (Fry, S. 1968)

#### **4.4.7 Insectos y su control**

El cultivo del sorgo es afectado por diferentes insectos, que deben controlarse de forma oportuna y eficiente, sin embargo no siempre se hace necesario el control químico y es conveniente recordar que cualquier aplicación innecesaria de insecticida aumenta los

costos de producción y contribuye a la contaminación del medio ambiente destruyendo insectos benéficos que parasitan o se alimentan de las plagas.

Es importante identificar los insectos plaga, detectar su daño a tiempo y aplicar las medidas de control adecuadas, cabe señalar que cada etapa fenológica del cultivo se ve afectada por un complejo de plagas las cuales deben ser manejadas oportunamente para que no causen disminución de rendimiento de grano.

A continuación se presenta una tabla con los insectos plagas más importantes del cultivo del sorgo:

Nombre común	Nombre Científico	Daño que provoca
Gallina ciega	<i>Phyllophaga spp</i>	Es un insecto masticador, las larvas pequeñas no causan daño al cultivo, las larvas grandes se alimentan de las raíces afectando la capacidad de la planta de absorber agua y nutrientes, causando debilitamiento general y muerte de la planta.
Taladrador del tallo	<i>Diatraea lineolata</i>	La larva perfora y se introduce en el tallo alimentándose de los tejidos de la planta causando debilitamiento general y predisponiéndola al acame. Esporádicamente ataca la panoja.
Gusano Cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i>	El daño más severo ocurre cuando la larva se come la yema terminal de la planta, es decir, el punto de

		crecimiento. Este daño puede causar la muerte de la planta en sus primeras etapas, es decir, en estado de plántula.
Mosquita del sorgo o Mosca del ovario	<i>Stenodiplosis sorghicola</i>	Es la plaga más destructiva del sorgo, ataca en la etapa de floración, específicamente en inicios de formación de grano. Las pérdidas del rendimiento de grano pueden llegar hasta el 100% si no se controla oportunamente.

(Compton, P. 1990)

#### 4.4.8 Control Enfermedades

En sorgo forrajero es muy importante que el material esté libre de enfermedades para evitar pérdidas de rendimiento de materia seca y evitar también deterioro en la calidad de los forrajes. La severidad varía año con año y dentro de localidades, dependiendo del ambiente: humedad, temperatura, organismos causales existentes así como la resistencia de la variedad. Los productos más utilizados para el control de las enfermedades en sorgo son: Benomil (Benomil), Sulfato de Cobre Pentahidratado (Phytón), Poli sulfuro de calcio (Caldo sulfocálcico), oxiclورو de cobre.

Entre las principales enfermedades que afectan la producción de sorgo en Nicaragua se mencionan en el siguiente cuadro:

Enfermedades	Quienes la causan	Daño
Mancha gris (hongo)	<i>(Cercospora sorghi)</i>	El síntoma inicial de la mancha gris son pequeñas manchas rojas sobre las hojas. Estas se agrandan para formar lesiones rectangulares paralelas a

		<p>las nervaduras. Las lesiones pueden estar aisladas o coalescer en forma de franjas longitudinales o manchas irregulares.</p>
<b>Antracnosis</b>	<i>Colletotrichum graminicola</i>	<p>Los síntomas típicos son manchas pequeñas elípticas a circulares. Estas manchas desarrollan centros grises a pajizos con bordes de color púrpura, rojo ó canela. Sobre la superficie de los centros de las lesiones, surgen puntos pequeños circulares concéntricos de color negro; que son los cuerpos fructíferos (acérvulos) del hongo. También ocurren infecciones a nivel del nervio central, con iguales características de las lesiones anteriormente descritas.</p>
<b>Pokkan boeng ó Punta retorcida</b>	<i>Fusarium moniliforme</i>	<p>Los síntomas de esta enfermedad se diferencian de otros marchitamientos, por los arrugamientos y torceduras en la base de las hojas y los numerosos pequeños cortes transversales en las hojas.</p>

		Algunas veces pokkah boeng puede causar acame y evitar la emergencia de la panoja.
<b>Podredumbre carbonosa</b>	<i>Macrophomina phaseolina</i>	Los síntomas externos son acame y un pobre llenado de grano. El hongo invade el tallo a ras de la tierra, a través de las raíces, colonizando y desorganizando el tejido cortical de los entrenudos inferiores. La parte baja de los tallos afectados se vuelve suave y débil, resultando la caída de los mismos, doblándose el tallo en el segundo o tercer nudo.
<b>Tizón de la panoja</b>	<i>Fusarium moniliforme</i>	Esta enfermedad puede ser seria cuando en el ambiente se presentan altas precipitaciones y alta humedad relativa. El hongo invade los tejidos de la inflorescencia destruyendo la panoja.

(Compton, P. 1990)

### **Manejo de Enfermedades del sorgo**

#### **Antes de la siembra:**

- Uso de híbridos y variedades tolerantes
- Fechas de siembra que no coincidan con altas precipitaciones
- Buena preparación de suelo

- Evitar altas densidades de siembra
- Rotación de cultivo

#### **Después de la siembra:**

- Buen drenaje
- Muestreo y monitoreo de síntomas
- El uso de fungicidas cuando la enfermedad este establecida
- Rotación de fungicidas
- Eliminación de residuos al momento de la cosecha

#### **4.5 Corte del forraje**

El momento adecuado para iniciar la cosecha del forraje depende, principalmente, del propósito o forma de uso para el cual se sembró el sorgo. Para heno o forraje verde el corte se realiza cuando el cultivo se encuentra en fase de inicio de panzoneo (estado de “bota”) o al inicio de la floración, es el momento cuando el forraje tiene un alto contenido de proteínas, azúcar en los tallos y el cultivo proporciona buenos rendimientos de biomasa verde.

En el caso de uso para ensilaje el corte debe hacerse en la etapa de grano lechoso o inicio grano pastoso, en la cual se obtiene mayor rendimiento de forraje pero de menor calidad, en comparación con el corte en etapas más tempranas y con altos contenidos de carbohidratos solubles que favorecen el proceso de ensilaje.

#### **4.6 Producción y calidad de forraje**

Los rendimientos de forraje del sorgo se encuentran en un rango entre 7 y 15 toneladas de materia seca/mz/año (se pueden realizar de 2 a 6 cortes durante el período de lluvias), dependiendo de la etapa de crecimiento en que se coseche, el tipo de sorgo y el manejo agronómico que se brinde. En general el rendimiento tiende a aumentar al pasar de la etapa de inicio de panzoneo a la etapa de grano pastoso. Cuando se aplica nitrógeno (urea) después de cada corte y con buenas condiciones de humedad se obtienen los mayores rendimientos de forraje.

Como ya se indicó anteriormente, el momento óptimo para corte es cuando el sorgo se encuentra entre la etapa de inicio de panzones y la etapa de grano de lechoso. Durante este período el contenido promedio de proteína del sorgo forrajero se encuentra entre 8 y 11%, dependiendo de la variedad y el uso de fertilizantes. Además, no hay peligro de intoxicación por el ácido cianhídrico, es muy apetecido por el ganado y tiene buena digestibilidad (56-61%).

En el caso de ensilaje, el contenido de energía digerible se maximiza por la cosecha poco después de que la panícula emergió del buche con 64% de energía digerible. Después de una semana, la digestibilidad del forraje declina 7% (57% de energía digerible); sin embargo, el rendimiento de materia seca aumenta alrededor de 24% (17% contenido de materia seca) sobre los niveles de floración temprana. Después de dos semanas de la floración, las plantas alcanzan la etapa de masa suave en el grano dando los rendimientos máximos sin reducir apreciablemente el contenido de energía digerible (56% de energía digerible).

Los datos anteriores indican que cortar el sorgo (sorgo para grano) en la etapa de masa suave, maximizará la producción por hectárea de energía digerible; sin embargo, si la digestibilidad máxima es más importante que el rendimiento total, como en el caso de alimento para vacas lactantes y terneras, entonces la etapa óptima para la cosecha sería la floración temprana.

El ensilaje de forraje de sorgo cortado en el estado lechoso tardío contiene cerca de 55 a 58% de nutrientes digeribles totales (NDT); 8 a 9% de proteína; 0.2 a 0.3% de Calcio y 0.15 a 0.20% de Fósforo, por lo tanto, el ensilaje de sorgo suplirá los requerimientos de nutrientes de la mayoría de las vacas en estado de gestación, pero deberá ser suplementado durante las primeras lactancias.

Las proteínas desempeñan un papel fundamental en las células de todos los seres vivos. Cumplen diversas funciones que van desde meramente estructural hasta la de control de las reacciones químicas o la de transporte de compuestos. Las proteínas están constituidas por largas cadenas de aminoácidos. La secuencia específica de los aminoácidos determina la función exacta de cada proteína. Durante la digestión, las

proteínas se rompen primero en polipéptidos de diferentes tamaños y después se fragmentan en aminoácidos que se absorben en el intestino y pasan a la sangre. Los aminoácidos se distribuyen por todo el organismo y se utilizan para elaborar nuevas proteínas (**Encarta ® 2007**).

La calidad del sorgo forrajero se puede mejorar mediante varias prácticas agronómicas tales como la aplicación de fertilizantes, uso de riegos entre otras. Los cultivos mixtos que incluyen leguminosas, también ayudan a aumentar el contenido de proteína en el cultivo de sorgo asociado.

## **4.7 Usos**

La planta de sorgo es un buen alimento para el ganado. Puede ser partida en trozos para ensilado o también ser proporcionada directamente a los animales. En el caso de los sorgos forrajeros el tallo de la planta y el follaje se utilizan como forraje verde picado, heno, ensilaje y pastura. (Ibar, L. 1987)

### **4.7.1 Forraje verde picado**

Este método de uso es adecuado para productores que poseen poca tierra para el pastoreo y mantienen sus animales dentro del perímetro de sus propiedades durante la noche y en algunos casos durante el día y la noche y para productores que practican la ganadería bajo estabulación o alguna variante de ésta. El método consiste en cortar forraje verde en el campo, llevarlo al lugar donde se encuentra el ganado y suministrárselo picado a los animales.

Entre las ventajas de estos sistemas están el control de la altura del corte y la mayor recuperación del material vegetal que no se pierde por pisoteo o contaminación fecal; la poca selectividad (por lo general se da una ración que corresponde a lo que ingiere diariamente el animal). La alimentación puede realizarse en un lugar determinado y se eliminan los riesgos de intoxicación del ganado. Si se usa para suplementar los animales en pastoreo, permite aumentar la carga animal en los potreros.

El corte del forraje se realiza al inicio del panzoneo (floración) o cuando las plantas tienen al menos 60 cm. de altura, si se requiere utilizar con urgencia. El corte se realiza a 10-15 cm. sobre la superficie del suelo.

En las áreas donde se usa el sistema de corte diario, se debe compensar con fertilizantes o abonos orgánicos, los elementos nutritivos que contiene el material vegetal que se está removiendo continuamente, para evitar deficiencias en los elementos nutrientes del suelo (Rivera, J.G. 1967)

#### **4.7.2 Heno**

El forraje que se almacena con más frecuencia en la finca es el heno. El objetivo es conservar la mayor cantidad posible de materia seca y de elementos nutricionales al más bajo costo. Un buen heno es un forraje libre de malezas, secado sin que pierda las hojas por el manejo ni se produzcan deterioros en la materia seca y los nutrientes, que conserva su color y dulzura naturales.

El heno debe prepararse en el momento óptimo de desarrollo de la planta para obtener los rendimientos máximos y contar con el porcentaje de materia seca digestible requerido para satisfacer las necesidades del ganado en materia de elementos nutritivos. El mejor momento para corte es al inicio de la etapa de floración. Antes de ese momento, el valor nutritivo es mayor, pero el rendimiento de materia seca disminuye y el contenido de humedad es mayor, lo cual dificulta el secado. Si se corta después de la floración, los incrementos en rendimiento de materia seca no compensan el descenso en la palatabilidad y el valor nutritivo.

La decisión de producir heno, está en dependencia de la ausencia de precipitaciones durante el período en que se supone que el heno permanecerá secándose en el terreno. Para producir heno de calidad es imprescindible que el forraje se seque rápidamente y no se exponga indebidamente al sol. En condiciones normales, en la fabricación de heno se pierde alrededor del 25% de los elementos nutricionales. El contenido de humedad del forraje debe estar entre 22 y 25% para evitar deterioro de la calidad por pérdida de hojas durante el proceso mecanizado. En algunos lugares incluso cuando hubiera 2 ó 3 días sin lluvias, si la humedad ambiental es demasiado alta, el movimiento del aire y la luz solar no son suficientes para secar el heno.

Cuando el sorgo forrajero se corta a mano, es preferible realizar el corte después de que el rocío de la mañana se haya evaporado del material verde. Se corta a unos 10 cm del suelo y se colocan en montones pequeños de unos 20 a 30 cm de altura que deberán voltearse con frecuencia para facilitar el secado rápido al sol. Cuando se ha evaporado

la humedad inicial al marchitarse, el material se puede situar bajo techo en cualquier local y dejar que termine de secarse en la sombra. Así el heno conservará su color y valor nutritivo. (Abdelhadi, L. 2005.)

### **4.7.3 Ensilaje**

Se denomina ensilado al producto y ensilaje al proceso, cuando se corta un cultivo verde y se amontona, este sigue respirando y con ese proceso se desarrolla calor. En el material cortado hay bacterias presentes y el número de algunos tipos aerobios sigue aumentando hasta que se consume todo el oxígeno en un lapso de una a cuatro horas. Las enzimas usan los carbohidratos que se encuentran fácilmente disponibles para generar calor y dióxido de carbono y al agotarse el oxígeno, el estado anaerobio que se crea, el calor y los azúcares que contiene el material propician el desarrollo de bacterias que producen ácido láctico, principalmente *Lactobacilli*, que se hacen totalmente dominantes en pocos días. Los *Lactobacilli* producen principalmente ácido láctico y pequeñas cantidades de ácidos acético, propiónico, fórmico y succínico. Cuando la concentración de ácido láctico alcanza de 8 a 13% de la materia seca, sus propias excretas inactivan a los *Lactobacilli* de tal manera que el material original está realmente “encurtido” en ácido láctico y se conoce como ensilado, el que en ausencia de aire se conserva por tiempo indefinido. En esta etapa, el pH se ha reducido a 4.2 ó menos. Este bajo pH inhibe el crecimiento bacteriano y la acción de las enzimas. Sin embargo, si entra aire en el silo, se producirá un ensilado mohoso (podrido) y muy caliente.

Para un ensilado satisfactorio, se requerirá un contenido de azúcar del 6%. Los sorgos dulces poseen un alto contenido de azúcar, por lo que no se necesita la adición de mieles. El momento de cortar el sorgo para ensilado dependerá de si se requiere un producto de alta calidad y menor rendimiento para la alimentación directa, el corte se debe hacer en la etapa de floración temprana; o si se quiere un material de más baja calidad pero de gran rendimiento para forraje duro suplementado con concentrados proteicos, el corte se debe hacer al inicio del estado pastoso del grano. Se debe analizar el costo de los suplementos proteicos.

En el material cortado fresco, de 15 a 25% del contenido total de nitrógeno asumirá la forma de nitrógeno no proteico, del cual un 7 a 80% está presente en forma de

aminoácidos. Un pH inferior a 4.2 ó un contenido de materia seca superior a 43% inhiben la descomposición de las proteínas por los organismos proteolíticos como consecuencia de la presión osmótica y de la creciente concentración de azúcares fermentables.

Si se utiliza para ensilaje un material muy nuevo, quizás no contenga suficiente azúcar y su contenido de materia seca sea demasiado elevado para que se produzca la fermentación del ácido láctico y proliferen las bacterias formadoras del ácido butírico. Las *Clostridia* (principalmente *Clostridium butiricum*) producirán ácido butírico, amoniaco y los aminoácidos cadaverina, histamina, putresceina, triptamina y tiramina, en consecuencia, se produce un ensilado de olor desagradable y baja calidad. (Abdelhadi, L. 2005.)

#### **4.8 Información sobre el híbrido “INTA forrajero”**

El sorgo híbrido “INTA FORRAJERO” fue generado como un producto necesario para apoyar el desarrollo ganadero de Nicaragua. La ganadería es el primer rubro en importancia en Nicaragua.

El híbrido “INTA FORRAJERO” es producto de una cruce simple entre una línea androesteril de sorgo grano y una variedad mejorada de pasto Sudán. Fue formado dentro de un programa regional para Centroamérica en el que INTSORMIL colabora técnica y financieramente. En Nicaragua, participó en su formación el programa de Sorgo del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).

El sorgo híbrido “INTA FORRAJERO” ha sido evaluado a nivel nacional en las 5 regiones que atiende INTA en Nicaragua. En todas las evaluaciones ocupó el primer lugar en rendimiento de forraje y características agronómicas deseables como son número de hojas, altura de planta, resistencia al acame, resistencia a insectos y enfermedades. Los datos del híbrido en promedio de todas las evaluaciones a nivel nacional son las siguientes:

##### **4.8.1 Características Agronómicas**

Tipo de variedad	Híbrido
Días a cosecha para forraje	54
Días a floración (50%)	57

Color de planta	Canela
Calidad del rebrote	Bueno
Tipo de Panoja	Abierta
Reacción a enfermedades	Tolerante
Vigor	Buen
Rendimiento de materia verde	30-35 tm/ha
Materia seca:	9 tm/ha
Materia para heno	10 tm/ha
Follaje	Abundante
Crecimiento	Rápido
Amacolla miento	Bueno
Proteína	Alcanza hasta un 15 %, según datos del CENTA de El Salvador

El híbrido “INTA FORRAJERO” se adapta bien de 0-1000 msnm. Presenta excelente arquitectura de planta y buena adaptación a los ambientes en los que se desarrolla la ganadería en Nicaragua. Los ganaderos opinan que es apetecido por el ganado por su buen sabor y además incrementa la producción de leche en 1.5 litros por día por vaca. (INTA. 2004)

#### **4.8.2 Recomendaciones de manejo**

1. La fecha óptima de siembra es en mayo con las primeras lluvias para aprovechar su rápido crecimiento, su capacidad de rebrote y la época lluviosa. Se pueden hacer hasta cinco cortes.
2. Cuando se siembra en surcos la semilla se deposita a chorrillo dejando de 25 a 30 semillas por metro lineal y a 60 cm entre surco.
3. Para una buena fertilización se recomienda por manzana; a la siembra 2 qq de 12-30-10 y una segunda fertilización con 2 qq de urea a los 25-30 días después de siembra. A los 8 días después de cada corte y con suficiente humedad en el suelo se recomienda aplicar tres quintales de sulfato de amonio o dos quintales de urea por manzana
4. Se debe sembrar 30 libras por manzana de semilla de buena calidad.

No se debe dejar que la semilla madura contamine los campos. Puede degenerar en malezas de difícil erradicación (INTA. 2004)

#### **4.9 Toxicidad del sorgo INTA forrajero**

Todos los materiales usados como sorgos forrajeros presentan problemas de toxicidad si se suministran en estados demasiados jóvenes al ganado, por ejemplo antes de la etapa de inicio de panzoneo o cuando las plantas tienen una altura menor de 60 cm. Esto es debido al alto contenido del glucósido llamado Dhurrina en las plantas jóvenes, el cual al metabolizarse dentro del organismo del animal libera ácido cianhídrico y produce envenenamiento en los animales. Pese a los inconvenientes señalados, el problema del cianuro puede manejarse mediante la selección de variedades bajas en cianuro y siguiendo algunas precauciones en el uso.

La Dhurrina se encuentra principalmente en los brotes tiernos y en las plantas jóvenes cuando inician el desarrollo; disminuyen su proporción a medida que crece la planta, y llega a ser nulo su contenido cuando se produce la floración de la planta, por otra parte, la planta una vez seca, pierde su toxicidad.

Algunas de las precauciones a seguir para evitar problemas de toxicidad con los sorgos forrajeros son:

- Usarlos únicamente en las fases fenológicas de la planta en las que no existe el problema, es decir después del inicio del panzoneo
- No cortar el forraje si las plantas no tienen como mínimo 60 cm. de altura.
- Si se ha detenido el desarrollo del sorgo por sequía, días nublados u otras condiciones adversas, no se deberán emplear las plantas como alimento del ganado hasta que se hayan recuperado. (INTA. 2004)

## **V MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Ubicación del Estudio.**

El trabajo se realizó en la comunidad de los Zanjones, Municipio de Posoltega, departamento de Chinandega. Este se caracteriza por tener un clima Tropical de Sabana, que tiene una marcada estación seca, de 4 a 6 meses de duración principalmente de Noviembre a Abril. Este clima no permite el mantenimiento de bosques densos, predominando en cambio amplias llanuras de hierbas. La temperatura media anual es de 27° C. con una precipitación anual de entre 800 y 1,500 mm. Los suelos donde se estableció el ensayo son constituidos de textura franco arenosos de origen volcánico, tratándose de suelos andisoles con topografía plana y ligeramente ondulados, profundos con buen drenaje (MAG. 1971).

### **5.2 Materiales utilizados**

Machetes: fueron utilizados para cortar las estacas y serán utilizados para cortar el sorgo, entre otros usos.

Estacas de madera: se utilizaron estacas cortadas de ramas de árboles para delimitar las parcelas y sub parcelas.

Balanza de precisión (en gramos): esta nos sirvió para medir las diferentes dosis de Fertilización Nitrogenada de cada sub parcela.

Bolsas plásticas: estas se utilizaron para depositar las diferentes dosis de fertilización nitrogenada.

Cinta métrica: se utilizo para medir las diferentes parcelas, sub parcelas, bloques y para medir la altura de las plantas.

Mecates: Estos nos sirvieron para obtener una mayor precisión a la hora de colocar las estacas.

Marcadores: estos se utilizaron para marcar las diferentes dosis de fertilizante nitrogenado en las bolsas plásticas.

### **5.3 Descripción del diseño experimental**

El diseño utilizado es de Bloque Completamente Aleatorio (DBCA), bifactorial habiendo en el área de investigación cuatro repeticiones (bloque) y dieciséis tratamientos con 64 unidades experimentales en total.

Las muestras de altura se seleccionaron de forma aleatoria en cada sub parcela en las cuales se tomaron 5 plantas obteniendo un total de 320 muestras. Las muestras de Materia Seca fueron tomadas de cada sub parcela después de haber pasado por el proceso de secado en el horno obteniendo un total de 64 muestras.

#### 5.4 Variables a medir

- **Altura de plantas (m):** Se midió desde la superficie del suelo hasta el último nudo del tallo de la planta, esta variable fue tomada en dos repeticiones a los 69 (primer corte) y 132 (segundo corte) días después de la siembra (dds) en 5 plantas correspondiente a cada sub parcela para determinar el valor promedio de altura en cm.
- **Rendimiento de forraje (kg/ha):** se midió a los 69 DDS (primer corte) y 132 DDS (segundo corte) utilizando un área útil de 3m x 0.75m en cada sub parcela cortándole a 10 cm del suelo. Al momento que se determinó el grano lechoso, cuando existió el 90% de floración, se procedió al corte determinado el peso de material verde por sub parcela, de la que se obtuvo una muestra de 300gr (esta muestra es estándar aplicada a los experimentos del INTA) de materia verde la cual se introdujo en un horno a una temperatura de 60 °C por 24 horas hasta que alcanzó un peso constante de materia seca. (INTA, 1995)
- **Calculo para la estimación de materia seca en kilogramos por hectárea:** el área útil de los tratamientos fue de 2.25 m<sup>2</sup> de la cual se tomo el peso de materia fresca en gramos, procediendo a tomar una muestra estándar de 300g para el proceso de deshidratación en el horno Con el porcentaje de materia seca de las muestras se transformaron los gramos de materia fresca obtenido en la parcela útil (2.25m<sup>2</sup>) en gramos de materia seca a través de la regla de tres multiplicando el peso de materia fresca de la parcela útil por el resultado de materia seca obtenida de la muestra dividido por los 300 gr de materia verde, estos resultados nos dio la cantidad de materia seca en cada sub parcela (peso de materia fresca del área útil \* resultado de materia seca del horno / 300 gr). Para transformar lo anterior a hectárea se realizó otra regla de tres multiplicando los 10000 m<sup>2</sup> de una hectárea por la cantidad de materia seca obtenida en la área útil, dividido entre la área útil (10000 m<sup>2</sup> de Ha \* Materia seca del área útil / 2.25 m<sup>2</sup>) este resultado nos dio en gramos por hectárea y lo dividimos entre 1000 para pasarlo a kilogramos por hectárea este procedimiento se realizo en ambos cortes. (Ver anexo 1.)

- **Calidad nutritiva;** Esta se realizó al momento del primer corte por nivel de fertilizante nitrogenado (Urea 46%) se tomaron muestra de cada sub parcela (9m<sup>2</sup>) obteniendo 16 muestras por cada nivel, la que se homogenizo para tomar una muestra compuesta, que represente cada nivel, esta se envió al laboratorio para determinar a través de análisis bromatológico el porcentaje de proteína cruda de materia seca.

### 5.5 Definición de los factores

1. **Densidad:** Se evaluaron cuatro densidades diferentes entre plantas, con una distancia entre surco de 0.75 m.

Densidades	Número de plantas por metro lineal	Número de plantas por hectárea
Densidad 1	20	266,000
Densidad 2	25	332,500
Densidad 3	30	339,000
Densidad 4	35	465,500

2. **Niveles de nitrógeno:** Se evaluaron tres dosis de nitrógeno (Urea) más el testigo.

Dosis	Gr de Urea / Sub parcela (9m <sup>2</sup> )	Kg de Urea / Ha
Dosis 1	58	65
Dosis 2	117	130
Dosis 3	175	195
Dosis 4	0	0

### 5.6 Definición de los tratamientos.

La denominación de los tratamientos está dada por “D” que es el indicativo de la densidad a evaluar y “N” para indicar la dosis de nitrógeno a evaluar.

Tratamientos	Densidad de pt / m	Fertilización Kg / Ha	Abreviatura
T1	20	65	D1N1
T2	20	130	D1N2
T3	20	195	D1N3
T4	20	0	D1N4

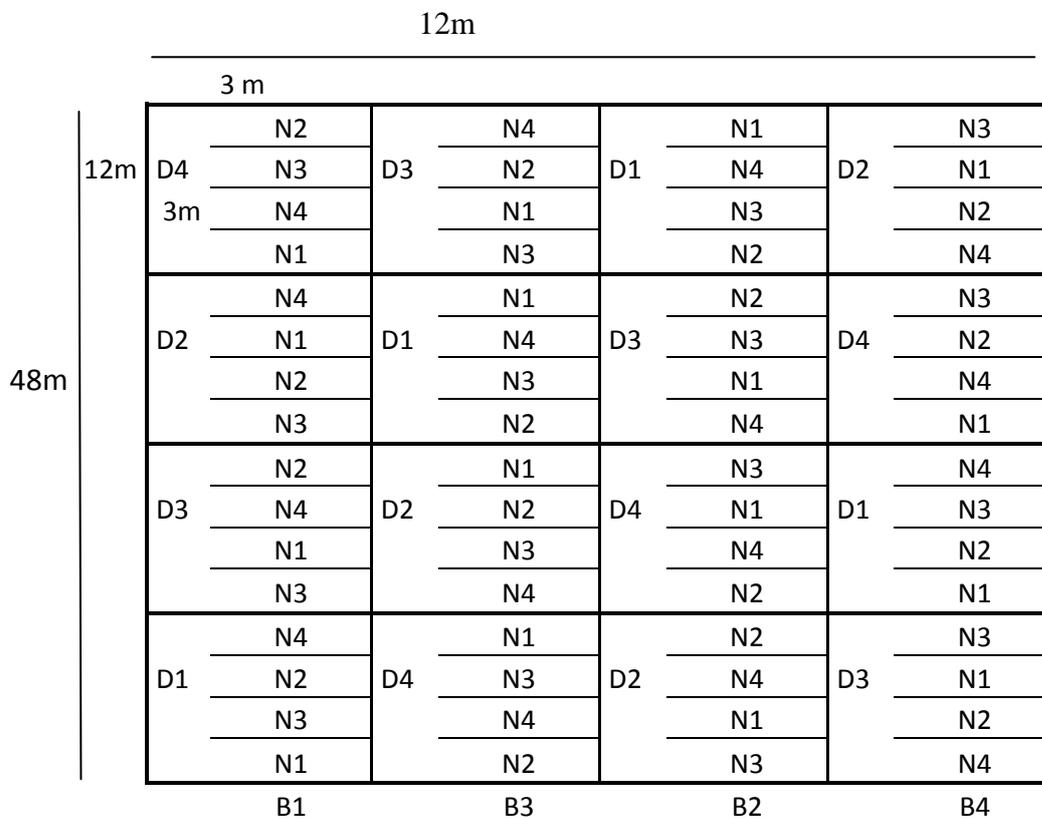
T5	25	65	D2N1
T6	25	130	D2N2
T7	25	195	D2N3
T8	25	0	D2N4
T9	30	65	D3N1
T10	30	130	D3N2
T11	30	195	D3N3
T12	30	0	D3N4
T13	35	65	D4N1
T14	35	130	D4N2
T15	35	195	D4N3
T16	35	0	D4N4

### 5.7 Tamaño de la parcela

El área de la sub parcela fue de  $9 \text{ m}^2$  con 3 m de largo x 3m de ancho El área de cada parcela fue de  $36 \text{ m}^2$ , las dimensiones eran 12 m de largo x 3 m de ancho. El área de cada bloque es  $144 \text{ m}^2$  para tener un área total de ensayo de  $576 \text{ m}^2$ .

Cada bloque contó con 4 parcelas y esta a la vez tenía 4 sub parcelas. Cada sub parcela tuvo 4 surcos obteniéndose un total de 16 surcos por parcela y un total de 64 surcos por cada bloque, cada surco tuvo 3m de largo y la distancia entre surco fue de 0.75m.

Plano de campo del ensayo.



En donde:

D = densidades de siembra.

N = dosis de fertilizantes (urea).

B = Bloques.

### **5.8 Establecimiento y manejo del cultivo**

El sorgo INTA forrajero se sembró el 12 de septiembre del año 2008 la distancia de siembra es de 0.75 m entre surcos, a chorro seguido sobre el surco; en cada sub parcela se depositaron 24 g. de semilla para un total de 1.5 Kg. en el área total del ensayo.

Al momento de la siembra se aplicó fertilizante fórmula 12-30-10 Nitrógeno, Fósforo y Potasio, a razón de 130 Kg./ha equivalente a 117 g. por sub parcela, con un total de 7.48 Kg. en el área total del ensayo.

El raleo se realizó a los 21 (DDS) dejando de 20 a 35 plantas por metro lineal en función de cada tratamiento.

Luego se realizó una fertilización nitrogenada (Urea 46%) a los 30 días después de la siembra (DDS) con las dosis establecidas por tratamiento, estas aplicaciones fueron en banda a un lado de los surcos plantados y una tercera se realizó a los 8 días después del primer corte.

El primer corte se realizó a los 69 días después de la siembra (DDS) y el segundo a los 132 días después de siembra (DDS). Al momento de cada corte se verificó si las plantas estaban en estado de prefloración (panzoneadas) midiéndose la altura en cada parcela.

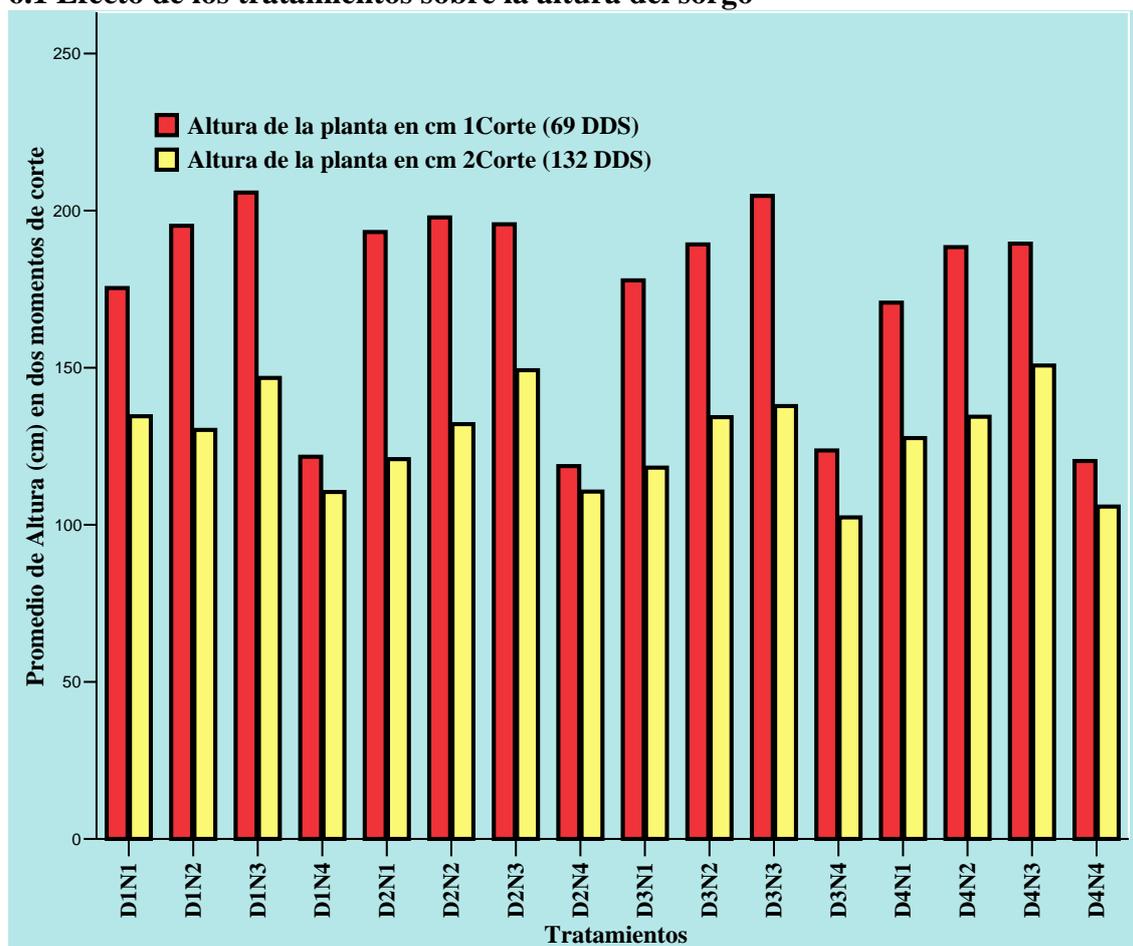
Los cortes se realizaron con machete, a una altura de diez centímetro sobre la superficie del suelo, se pesó el forraje verde de los dos surcos centrales de cada parcela de este forraje se procedió a tomar una muestra (300 g.) de cada tratamiento y se determinó el contenido de materia seca en porcentaje para realizar las estimaciones con los resultados obtenidos en kilogramos por hectárea, el contenido de proteína cruda por cada nivel de urea aplicada.

### **5.9 Análisis Estadístico**

Se utilizó el modelo estadístico SPSS para determinar el análisis de varianza y prueba de separación de media por DUNCAN al 95 % de confianza.

## VI RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1 Efecto de los tratamientos sobre la altura del sorgo



**Grafico N°1. Altura de las plantas al primer y segundo corte de la variedad del sorgo INTA FORRAJERO bajo efecto de cuatro densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización nitrogenada (Urea 46%).**

La altura de la planta es una variable que nos permite medir el crecimiento del cultivo, y la misma esta determinada por diferentes factores entre ellos: la humedad, temperatura y la fertilización nitrogenada. (López y Galeato 1982).

Según el INTA 2004 el corte deberá hacerse a una altura de 10-15 cm. sobre la superficie del suelo para estimular el rebrote. Ningún material de sorgo forrajero deberá cosecharse o pastorearse cuando tenga menos de 60 cm. de altura o si se ha detenido el desarrollo por sequía u otras condiciones adversas, para evitar problemas de intoxicación en los animales.

En el grafico N° 1 se puede distinguir que las mayores alturas del primer corte (69 dds) se presentan en la mayor cantidad de nitrógeno (N3) en las diferentes densidades,

incluyendo el tratamiento D2N2, las alturas en el N2 con el N3 no tuvieron diferencia significativa, sin embargo podemos recalcar que el tratamiento D2N1presento una altura comparable con las dosis mas altas de nitrógeno esto a pesar de tener las dosis mas bajas de nitrógeno. A como era de esperarse las alturas más discretas estuvieron en los niveles N1y N4 en las diferentes densidades.

En el primer corte (69 dds) el análisis estadístico obtenido en SPSS indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo esta se encuentra establecida por la dosis de fertilización nitrogenada (urea), el efecto en la altura de las plantas fue por incidencia del nitrógeno, el factor densidad de siembra en el análisis estadístico demuestra que no existe diferencia significativa con respecto a la altura (ver anexo 2).estos resultados concuerdan con Monterrey, 1997 que es necesario la aplicación de fertilizantes nitrogenados, ya que este elemento tiene mayor influencia sobre el crecimiento vegetal.

Todos los macro y micro nutrientes esenciales de las plantas son imprescindibles para el óptimo desarrollo de la planta, pero si se tuviera que elegir uno de ellos como de vital importancia para la productividad vegetal, habría que escoger el nitrógeno (N). El papel especial de este, es la fotosíntesis que es el más importante de los procesos fisiológico que gobiernan la vida de las plantas, se sabe además que el nitrógeno forma parte indispensable de la molécula de la clorofila, donde tiene lugar importantes reacciones fotosintéticas, este elemento también es constituyente de proteínas, ácidos nucleicos y muchos otros compuestos (Oceano / centrum .s.f.).

**Tabla N° 1 Altura de la planta en cm 1C**

Duncan

Tratamiento	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
D2N4	20	118.70				
D4N4	20	120.30				
D1N4	20	121.65				
D3N4	20	123.65				
D4N1	20		170.70			
D1N1	20		175.35	175.35		
D3N1	20		177.80	177.80	177.80	
D4N2	20			188.40	188.40	188.40
D3N2	20			189.25	189.25	189.25
D4N3	20			189.50	189.50	189.50
D2N1	20				193.20	193.20

D1N2	20					195.20
D2N3	20					195.65
D2N2	20					197.85
D3N3	20					204.70
D1N3	20					205.75
Significación		.560	.382	.098	.071	.053

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos. Basado en la suma de cuadrados tipo III el término error es la Media cuadrática (Error) = 576.541.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20.000

b Alfa = .05.

En la tabla de los tratamientos, Duncan en la prueba de subconjuntos homogéneos realiza cinco grupos en la que demuestra que el tratamiento D1N3 (20 pl/m con 195 Kg/N/ha) obtuvo la mayor altura en promedio (205.75cm), esto se debe a que aquí la competencia es mucho menor entre las plantas debido que es la densidad poblacional de plantas más baja. En la tabla se pueden apreciar que entre los mejores resultados están los tratamientos con las dosis mayores de nitrógeno (130 y 195 Kg. de N), sin embargo el tratamiento D2N1 que es el de menor dosis de nitrógeno (65 Kg.) se encuentra en el mismo grupo.

En el segundo corte (132 dds) se observa en el gráfico n° 1 que la altura de las plantas disminuyó con respecto a la altura del primer corte, el análisis estadístico demuestra que existe diferencia significativa tanto en la densidad como en el nivel de nitrógeno (ver anexo 4), a diferencia que en el primer corte donde solo en el nivel de nitrógeno (Urea) existe diferencia significativa.

**Tabla N° 2 Altura de la planta en cm 2C**

Duncan

Tratamiento	N	Subconjunto						
		1	2	3	4	5	6	7
D3N4	20	102.35						
D4N4	20	105.80						
D1N4	20	110.45	110.45					
D2N4	20	110.55	110.55					
D3N1	20		118.20	118.20				
D2N1	20			120.90	120.90			
D4N1	20				127.60	127.60		
D1N2	20					130.20	130.20	
D2N2	20					132.05	132.05	
D3N2	20					134.25	134.25	
D4N2	20					134.40	134.40	
D1N1	20					134.55	134.55	
D3N3	20						137.80	
D1N3	20							146.75
D2N3	20							149.20

D4N3	20							150.70
Significación		.094	.102	.545	.134	.179	.140	.408

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos. Basado en la suma de cuadrados tipo III El término error es la Media cuadrática (Error) = 198.972.

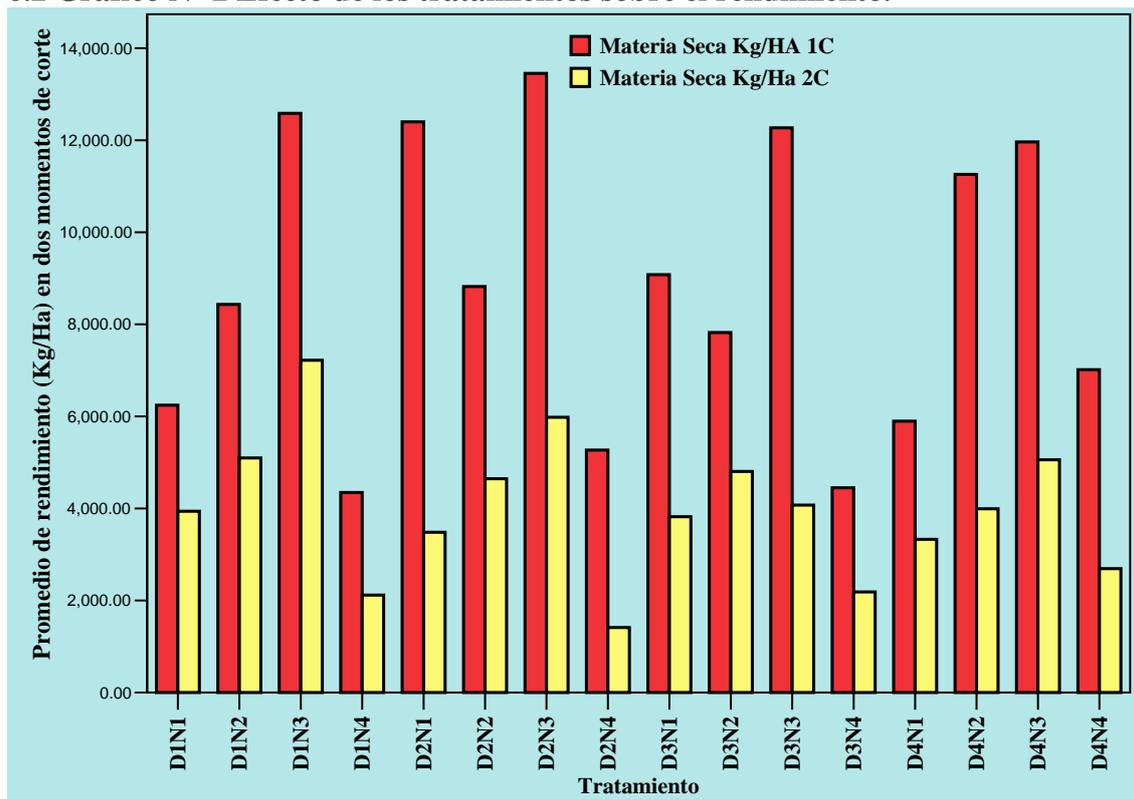
a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20.000

b Alfa = .05.

En la tabla de los tratamientos Duncan demuestra en la agrupación de subconjuntos homogéneos la D4N3, D2N3 y D1N3 son las mejores alturas que representan al segundo corte. Se sigue observando que el tratamiento D1N3 se encuentra en este grupo entre los mejores resultados estando también presente en el primer corte. Según (Oceano / centrum .s.f.) el sorgo es un cultivo que responde de forma significativa al aporte de este tipo de fertilizante nitrogenado.

Los tratamientos con el menor número de plantas evaluadas en este estudio presentan su efecto en el segundo corte con las mayores alturas esto es debido a la capacidad de ahijamiento de la especie compensa las desproporciones entre el aumento o disminución del número de plantas cultivadas por hectárea y las posibilidades efectivas. En las siembras densas disminuye el número de hijos por planta, produciéndose la maduración de los granos de manera más homogénea. Por el contrario, con espaciamientos mayores (menos individuos por unidad de superficie) el grado de ahijamiento es mayor, porque las plantas tienden a ocupar todo el espacio disponible y así se compensa la menor densidad (Oceano / centrum .s.f.).

## 6.2 Grafico N° 2 Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento.



**Grafico N°. 2. Efectos de los tratamientos sobre el rendimiento de materia Seca (Ms) en el primer y segundo corte de la variedad del sorgo INTA FORRAJERO.**

Los tallos y el follaje que produce el sorgo se utilizan como alimento para el ganado, siendo la materia seca producida importante para la alimentación del ganado en tiempo de escasas de alimentos (INTA 1999)

En el grafico N° 2 se observar que en el primer corte (69 dds) los mayores rendimiento de materia seca se presentaron en los niveles mas alto de nitrógeno. Estos resultados concuerdan con Ramos y Vargas 1990 quienes plantean que el incrementar la cantidad de nitrógeno por hectáreas provoca un aumento de follaje de las plantas y se incrementa el contenido de agua de las mismas, afectando en contenido de las fibras de estas plantas succulentas por el incremento de agua.

En el primer corte (69 dds) los tratamientos demuestran que si existe diferencia significativa, generada por las dosis de nitrógeno. En el estudio también se observa que en las densidades de siembra no existe diferencia significativa en rendimiento de materia seca entre estos (ver anexo 6).

El modo en que se incrementa el rendimiento de los cultivos con la fertilización resulta a menudo espectacular; la experimentación ha demostrado que existe dos reglas básicas que hay que observar: 1) La ley del mínimo, según la cual la productividad se ve condicionada por el nutriente que esté en menor proporción, aunque de los demás haya cantidades apropiadas, por ejemplo en la grafica N° 2 se aprecia que los rendimientos mas bajos se encuentran en N4 donde no se aplico el fertilizante nitrogenado. 2) el requerimiento óptimo en nutrientes, que es diferente para cada especie y variedad vegetal; una vez que este requerimiento se cumple, el exceso de fertilización no se traduce en incremento de la productividad (Oceano / centrum .s.f.).

**Tabla N°3 Rendimiento de Materia Seca en kg/Ha del primer corte.**

Duncan

Tratamiento	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
D1N4	4	4346.6325				
D3N4	4	4449.2000				
D2N4	4	5268.0825	5268.0825			
D4N1	4	5896.9550	5896.9550	5896.9550		
D1N1	4	6243.3375	6243.3375	6243.3375	6243.3375	
D4N4	4	7015.1425	7015.1425	7015.1425	7015.1425	7015.1425
D3N2	4	7822.2525	7822.2525	7822.2525	7822.2525	7822.2525
D1N2	4	8434.3100	8434.3100	8434.3100	8434.3100	8434.3100
D2N2	4	8822.7325	8822.7325	8822.7325	8822.7325	8822.7325
D3N1	4	9080.0000	9080.0000	9080.0000	9080.0000	9080.0000
D4N2	4		11259.2000	11259.2000	11259.2000	11259.2000
D4N3	4			11963.7400	11963.7400	11963.7400
D3N3	4			12271.4525	12271.4525	12271.4525
D2N1	4			12400.9250	12400.9250	12400.9250
D1N3	4				12584.2075	12584.2075
D2N3	4					13453.5325
Significación		.154	.069	.051	.057	.054

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos. Basado en la suma de cuadrados tipo III el término error es la Media cuadrática (Error) = 15127931.632.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.000

b Alfa = .05.

En esta tabla, el programa estadístico SPSS, observamos el tratamiento D2N3 (25 plantas por metro lineal con 195 Kg/ha de Urea) con el mejor resultado en el primer corte. En la agrupación de subconjunto homogéneo Duncan establece cinco grupos en lo que se observa, que los cinco mejores tratamientos son la dosis de 195 kg/ha de urea que está presente con las cuatros densidades de siembra; también el D2N1 (25 plantas por metro lineal con 65 Kg/ha de urea) que se encuentra entre los cinco mejores

resultados de rendimiento de materia seca y que no existe diferencia significativa con los demás tratamientos de la dosis N3 (195 kg/ha de urea).

En el grafico N° 2 se observa que el rendimiento del segundo corte (132 dds ) baja considerablemente con respecto al primer corte(69 dds), a través del análisis estadístico se observa que si existe diferencia significativa entre las dosis aplicadas de nitrógeno (urea) y las densidades establecidas (ver anexo 8), en las que resalta el mayor rendimiento con la dosis más alta y la de menor número de plantas por metro, se puede observar que en la densidad de 20 pt/m los rendimientos fueron mayores que en las densidades altas, esto es debido a que el nutriente disponible fue mejor asimilado en este tratamiento por la menor competencia por este y la capacidad de ahijamiento que posee esta planta, la que compensa el espaciamento entre estas.

**Tabla N° 4 Rendimiento de Materia Seca en kg/Ha del segundo corte.**

Duncan

Tratamiento	N	Subconjunto						
		1	2	3	4	5	6	7
D2N4	4	1412.4425						
D1N4	4	2116.9875	2116.9875					
D3N4	4	2185.9250	2185.9250					
D4N4	4	2692.8925	2692.8925	2692.8925				
D4N1	4		3328.4925	3328.4925	3328.4925			
D2N1	4		3482.3500	3482.3500	3482.3500	3482.3500		
D3N1	4			3820.3275	3820.3275	3820.3275		
D1N1	4			3939.7100	3939.7100	3939.7100		
D4N2	4			3993.5200	3993.5200	3993.5200		
D3N3	4			4072.5475	4072.5475	4072.5475		
D2N2	4				4645.0925	4645.0925	4645.0925	
D3N2	4				4803.9925	4803.9925	4803.9925	
D4N3	4					5057.8950	5057.8950	
D1N2	4					5096.5675	5096.5675	
D2N3	4						5981.0300	5981.0300
D1N3	4							7220.2800
Significación		.106	.092	.099	.081	.058	.100	.088

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 1011439.197.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.000

b Alfa = .05.

Según la tabla de los tratamientos que muestra el programa estadístico SPSS en la que Duncan realiza una separación de siete subconjunto homogéneos, el tratamiento con el mejor resultado en el segundo corte fue el D1N3 (20 plantas por metro lineal con 195 Kg/ha de urea) seguido del D2N3 (25 plantas por metro lineal con 195 Kg/ha de urea)

ubicado en el mismo subconjunto; observando que en el primer corte estos dos tratamientos son ubicados por Duncan de manera inversa. En el segundo corte la densidad ejerce su efecto sobre el rendimiento de materia seca revirtiendo los mejores resultados del primer corte a diferencia de las dosis de urea aplicada que en ambos corte los mejores rendimientos se encontraron en la de 195 Kg/ha.

### 6.3 Efectos de los tratamientos sobre el nivel proteico del sorgo

#### Análisis Bromatológico de Proteína.

A este estudio se le realizó en El Laboratorio Laquisa ubicado en carretera León – Managua km 83 al sorgo de la variedad INTA Forrajero al primer corte una vez cosechado, para averiguar el porcentajes de proteínas que este contiene.

Tabla N° 1. Cantidad de proteína según el primer corte

Dosis de Urea	Proteína (porcentaje)
65 Kg/Ha	11.1
130 Kg/Ha	12.1
195 Kg/Ha	13.1
0 Kg/Ha	9.4

Fuente, INTA, Pacífico Norte.

Los resultados del Análisis Bromatológico del cultivo de Sorgo Variedad Inta Forrajero, el mayor porcentaje de proteína se encuentra en la dosis de 195 Kg/HA, en contraste la dosis menor fue la testigo. Esto es indicador que el sorgo tuvo mayores índices de proteína al aplicarle mayor cantidad de urea (nitrógeno).

Las plantas son capaces de edificar las complejas moléculas de proteínas a partir de los nitratos tomados del suelo por las raíces, para formar las proteínas, el nitrógeno se une con el carbono, el hidrógeno y el oxígeno de los azúcares y otros hidratos de carbono sencillos, y generalmente con pequeñas cantidades de azufre (Morrison, 1969).

Frank B. Morrison 1973, estableció en sus investigaciones los parámetros de proteína y o otras sustancias elementales para el ganado de corral, encontrando que para las vacas lecheras y ganado de carne las proteínas para su buen desarrollo es de 17.2 % y los terneros en crecimiento son de 19.9 %.

En esta investigación la dosis 195 Kg. de N dio resultado de 13.1 % de proteína lo que comparado al promedio de proteína en el forraje seco según Frank Morrison en 1969 es de 6.2 % nos da una excelente forma de suministrar al ganado. La oferta diaria de forraje puede ser desde 1 hasta 2.5 Kg. de materia seca por cada 100 Kg. de peso vivo, dependiendo si el sorgo se usa como ración base o como suplemento alimenticio; sin embargo, en ambos casos debe suplementarse la ración con una fuente proteica (follaje de alguna leguminosa como Cratylia, Leucaena, madero negro o algún tipo de concentrado comercial) para complementar los requerimientos diarios de proteína de los animales.

## VII CONCLUSIONES

El sorgo respondió de manera significativa a la proporción de la fertilización nitrogenada (urea) aplicada en este estudio a diferencia de la densidad.

La altura de las plantas del sorgo de la variedad INTA forrajero fue mayor en el tratamiento D1N3 (20 pt/m 195 kg/ha) con la densidad de plantas más baja y la dosis más alta de urea.

La realización de dos cortes en el sorgo variedad INTA forrajero los tratamientos D2N3 (25 pt/m 195 kg/ha), D1N3 (20 pt/m 195 kg/ha) y D2N1 (25 plantas/m + 65 kg/ha de urea) presentaron los mejores rendimientos de materia seca en ambos cortes a diferencia del tratamiento D2N1 (25 plantas/m + 65 kg/ha de urea) solo en el primer corte la que fue influenciada por la aplicación de urea y que hizo la diferencia entre los tratamientos tanto en el primer corte como en el segundo a diferencia de las densidades de siembra que solamente en el segundo corte su efecto era notorio.

El mayor porcentaje de proteína cruda en el forraje es generado por el mayor nivel de urea N3 (195 kg/ha) con un 5% sobre la dosis N1 (65 kg/ha) aplicada a las plantas y que coincide con las mejores alturas y los mejores rendimientos en este estudio.

## **VIII RECOMENDACIONES**

El tratamiento más favorable para los productores es D2N1 (25 pt/m + 65 kg/ha de urea) porque los rendimientos comparados con los tratamientos de mayor dosis de urea no existe diferencia significativa y al disminuir la aplicación de urea bajaríamos los costos de producción y los riesgos de contaminación ambiental.

En futuros estudios se evalúen el costo beneficio de la producción entre los fertilizantes orgánicos e inorgánicos.

Realizar estudios de incidencia de insectos plagas y enfermedades que afecten al cultivo de sorgo forrajero.

## **IX BIBLIOGRAFIA**

ABDELHADI, L. 2005. Valor nutritivo del forraje de sorgo en relación con las necesidades del ganado bovino. In memoria del: “Congreso Centroamericano de sorgos forrajeros”. El Salvador.

Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2007. © 1993-2007 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

COMPTON, P. 1990. Agronomía del Sorgo. Instituto Internacional para la investigación en cultivos para los trópicos semiáridos (ICRISAT). India. 301 p.

FRY, ERVIL S. 1968. Consejos prácticos sobre el cultivo del sorgo. El Agriculture Asgrow. Conneticut, Asgrow Seed Company Internacional. 14 p.

HOUSE, L. 1982. El Sorgo. Guía para su mejoramiento genético. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 405 p.

IBAR, L. 1987. Sorgo, cultivo y aprovechamiento. Editorial Aedos. Barcelona, España. 15 p.

INTA PACÍFICO NORTE. 2004. Evaluación de híbridos forrajeros. Informe Técnico Anual. Proyecto Investigación y Desarrollo. CEO, Posoltega.

INTA PACÍFICO SUR. 2004. Evaluación de híbridos forrajeros. Informe Técnico Anual. Proyecto Investigación y Desarrollo. Masatepe.

INTA CENTRO NORTE. 2004. Evaluación de híbridos forrajeros. Informe Técnico Anual. Proyecto Investigación y Desarrollo. CEVAS, Matagalpa.

INTA CENTRO SUR. 2004. Evaluación de híbridos forrajeros. Informe Técnico Anual. Proyecto Investigación y Desarrollo. Juigalpa.

INTA LAS SEGOVIAS. 2004. Evaluación de híbridos forrajeros. Informe Técnico Anual. Proyecto Investigación y Desarrollo. Estelí.

López. A & Galeato. 1982 Efectos de competencia de malezas en distintos estados de crecimiento del sorgo. Publicaciones técnicas N° 25. INTA. Argentina. 42 p.

MAG. 1971. Manual práctico para la interpretación de suelos, catastro e inventario de recursos naturales. Managua, Nicaragua. 39 p.

OCEANO / CENTRUM s.f. Enciclopedia Practica de la Agricultura y la Ganadería

Ramos. W G., Vargas. R. L 1990. Efectos del nivel de fertilización y la edad de corte en el rendimiento y calidad del sorgo forrajero (*Sorghum vulgare Pers*) Trabajo de diploma. UNA. Managua, Nicaragua. 41 p.

RIVERA, J.G. 1967. Efecto de la fertilización, en la producción de materia verde, en dos variedades de sorgo forrajero. Tesis Ing. Agr. Managua, Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. 48 p.

ZELAYA, H.1973. Fertilización nitrogenada en sorgo forrajero *Sorghum vulgare Pers*. Tesis Ing. Agr. Managua, Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. 37 p.

# **ANEXOS**

Anexo N° 1. Calculo de estimaciones de materia seca en kg/ha 1 corte y 2 corte

Bloque	Tratamiento	Area	Peso Fresco(g)area	Muestra g	Porcentaje de MS de		KgMS/Ha1C
					la muestra g	MS del area	
1	D1N1	2.25	5448	300	58	1053.28	4681.24
1	D1N2	2.25	6356	300	58	1228.83	5461.45
1	D1N3	2.25	7264	300	86	2082.35	9254.87
1	D1N4	2.25	908	300	69	208.84	928.18
1	D2N1	2.25	9988	300	94	3129.57	13909.21
1	D2N2	2.25	11804	300	79	3108.39	13815.05
1	D2N3	2.25	11804	300	143	5626.57	25006.99
1	D2N4	2.25	4994	300	59	982.15	4365.13
1	D3N1	2.25	9988	300	123	4095.08	18200.36
1	D3N2	2.25	8172	300	47	1280.28	5690.13
1	D3N3	2.25	10896	300	88	3196.16	14205.16
1	D3N4	2.25	4994	300	85	1414.97	6288.74
1	D4N1	2.25	2270	300	61	461.57	2051.41
1	D4N2	2.25	7718	300	77	1980.95	8804.24
1	D4N3	2.25	7718	300	71	1826.59	8118.19
1	D4N4	2.25	5448	300	130	2360.80	10492.44
2	D1N1	2.25	6356	300	59	1250.01	5555.61
2	D1N2	2.25	8172	300	55	1498.20	6658.67
2	D1N3	2.25	9988	300	77	2563.59	11393.72
2	D1N4	2.25	3632	300	55	665.87	2959.41
2	D2N1	2.25	6810	300	109	2474.30	10996.89
2	D2N2	2.25	6356	300	49	1038.15	4613.99
2	D2N3	2.25	7718	300	67	1723.69	7660.83
2	D2N4	2.25	5448	300	55	998.80	4439.11
2	D3N1	2.25	4540	300	90	1362.00	6053.33
2	D3N2	2.25	8172	300	60	1634.40	7264.00
2	D3N3	2.25	12712	300	74	3135.63	13936.12
2	D3N4	2.25	5448	300	59	1071.44	4761.96
2	D4N1	2.25	7264	300	57	1380.16	6134.04
2	D4N2	2.25	9534	300	83	2637.74	11723.29
2	D4N3	2.25	9988	300	84	2796.64	12429.51
2	D4N4	2.25	4994	300	115	1914.37	8508.30
3	D1N1	2.25	5902	300	77	1514.85	6732.65
3	D1N2	2.25	9988	300	87	2896.52	12873.42
3	D1N3	2.25	11804	300	108	4249.44	18886.40
3	D1N4	2.25	5448	300	114	2070.24	9201.07
3	D2N1	2.25	8172	300	142	3868.08	17191.47
3	D2N2	2.25	6356	300	102	2161.04	9604.62
3	D2N3	2.25	8172	300	68	1852.32	8232.53
3	D2N4	2.25	4994	300	112	1864.43	8286.34
3	D3N1	2.25	4540	300	104	1573.87	6994.96
3	D3N2	2.25	7264	300	64	1549.65	6887.35
3	D3N3	2.25	9080	300	60	1816.00	8071.11

3	D3N4	2.25	3178	300	61	646.19	2871.97
3	D4N1	2.25	5902	300	76	1495.17	6645.21
3	D4N2	2.25	9988	300	112	3728.85	16572.68
3	D4N3	2.25	9080	300	83	2512.13	11165.04
3	D4N4	2.25	4086	300	83	1130.46	5024.27
4	D1N1	2.25	7718	300	70	1800.87	8003.85
4	D1N2	2.25	9080	300	65	1967.33	8743.70
4	D1N3	2.25	9988	300	73	2430.41	10801.84
4	D1N4	2.25	4086	300	71	967.02	4297.87
4	D2N1	2.25	8172	300	62	1688.88	7506.13
4	D2N2	2.25	5902	300	83	1632.89	7257.27
4	D2N3	2.25	10896	300	80	2905.60	12913.78
4	D2N4	2.25	3632	300	74	895.89	3981.75
4	D3N1	2.25	5902	300	58	1141.05	5071.35
4	D3N2	2.25	10442	300	74	2575.69	11447.53
4	D3N3	2.25	9988	300	87	2896.52	12873.42
4	D3N4	2.25	4086	300	64	871.68	3874.13
4	D4N1	2.25	9534	300	62	1970.36	8757.16
4	D4N2	2.25	9080	300	59	1785.73	7936.59
4	D4N3	2.25	11350	300	96	3632.00	16142.22
4	D4N4	2.25	4540	300	60	908.00	4035.56

Segundo corte.

Bloque	Tratamiento	Area	PesoFrescoGr2c	Muestra	Porcentaje de MS de la muestra g	MS del area	KgMS/Ha2C
1	D1N1	2.25	2497	300	106	882.27	3921.21
1	D1N2	2.25	2951	300	113	1111.54	4940.19
1	D1N3	2.25	4086	300	120	1634.40	7264.00
1	D1N4	2.25	1362	300	108	490.32	2179.20
1	D2N1	2.25	2043	300	115	783.15	3480.67
1	D2N2	2.25	2951	300	107	1052.52	4677.88
1	D2N3	2.25	3632	300	107	1295.41	5757.39
1	D2N4	2.25	908	300	105	317.80	1412.44
1	D3N1	2.25	2270	300	107	809.63	3598.37
1	D3N2	2.25	3178	300	103	1091.11	4849.39
1	D3N3	2.25	2724	300	98	889.84	3954.84
1	D3N4	2.25	1362	300	104	472.16	2098.49
1	D4N1	2.25	2043	300	107	728.67	3238.53
1	D4N2	2.25	2270	300	117	885.30	3934.67
1	D4N3	2.25	3178	300	108	1144.08	5084.80
1	D4N4	2.25	1589	300	121	640.90	2848.43
2	D1N1	2.25	2951	300	108	1062.36	4721.60
2	D1N2	2.25	3632	300	123	1489.12	6618.31
2	D1N3	2.25	4086	300	126	1716.12	7627.20
2	D1N4	2.25	1362	300	87	394.98	1755.47
2	D2N1	2.25	2724	300	109	989.72	4398.76
2	D2N2	2.25	2724	300	99	898.92	3995.20

2	D2N3	2.25	3178	300	94	995.77	4425.66
2	D2N4	2.25	908	300	83	251.21	1116.50
2	D3N1	2.25	2724	300	122	1107.76	4923.38
2	D3N2	2.25	3178	300	100	1059.33	4708.15
2	D3N3	2.25	2270	300	108	817.20	3632.00
2	D3N4	2.25	1816	300	120	726.40	3228.44
2	D4N1	2.25	1362	300	109	494.86	2199.38
2	D4N2	2.25	1816	300	115	696.13	3093.93
2	D4N3	2.25	3632	300	118	1428.59	6349.27
2	D4N4	2.25	1362	300	138	626.52	2784.53
3	D1N1	2.25	2724	300	105	953.40	4237.33
3	D1N2	2.25	2270	300	126	953.40	4237.33
3	D1N3	2.25	3632	300	130	1573.87	6994.96
3	D1N4	2.25	1589	300	132	699.16	3107.38
3	D2N1	2.25	1816	300	133	805.09	3578.19
3	D2N2	2.25	3178	300	129	1366.54	6073.51
3	D2N3	2.25	4086	300	123	1675.26	7445.60
3	D2N4	2.25	908	300	117	354.12	1573.87
3	D3N1	2.25	2270	300	109	824.77	3665.63
3	D3N2	2.25	2724	300	126	1144.08	5084.80
3	D3N3	2.25	4086	300	110	1498.20	6658.67
3	D3N4	2.25	1362	300	124	562.96	2502.04
3	D4N1	2.25	2270	300	113	855.03	3800.15
3	D4N2	2.25	3178	300	126	1334.76	5932.27
3	D4N3	2.25	1816	300	111	671.92	2986.31
3	D4N4	2.25	908	300	122	369.25	1641.13
4	D1N1	2.25	1816	300	107	647.71	2878.70
4	D1N2	2.25	3405	300	91	1032.85	4590.44
4	D1N3	2.25	4540	300	104	1573.87	6994.96
4	D1N4	2.25	908	300	106	320.83	1425.90
4	D2N1	2.25	1589	300	105	556.15	2471.78
4	D2N2	2.25	2724	300	95	862.60	3833.78
4	D2N3	2.25	4086	300	104	1416.48	6295.47
4	D2N4	2.25	908	300	115	348.07	1546.96
4	D3N1	2.25	2270	300	92	696.13	3093.93
4	D3N2	2.25	3632	300	85	1029.07	4573.63
4	D3N3	2.25	1816	300	76	460.05	2044.68
4	D3N4	2.25	908	300	68	205.81	914.73
4	D4N1	2.25	2724	300	101	917.08	4075.91
4	D4N2	2.25	1816	300	112	677.97	3013.21
4	D4N3	2.25	4086	300	96	1307.52	5811.20
4	D4N4	2.25	2270	300	104	786.93	3497.48

Anexo N° 2. Pruebas de los efectos inter-sujetos altura del Sorgo variedad INTA primer corte.

Variable dependiente: Altura de la planta en cm 1C

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	314284.397(a)	15	20952.293	36.341	.000
Intersección	9574858.153	1	9574858.153	16607.421	.000
Densidad	3800.509	3	1266.836	2.197	.088
NiveldeN	303467.059	3	101155.686	175.453	.000
Densidad *	7016.828	9	779.648	1.352	.209
NiveldeN	175268.450	304	576.541		
Error	10064411.000	320			
Total	489552.847	319			
Total corregida					

a R cuadrado = .642 (R cuadrado corregida = .624)

Anexo N° 3 Limite Inferior y Superior en las Alturas de las plantas en los tratamientos primer corte

**Ndenitrogeno \* densidad**

Variable dependiente: altura

Ndenitrogeno	densidad	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
				Límite inferior	Límite superior
nitrogeno 65 kg/ha	densidad 20 pt/m	175.350	5.319	164.882	185.818
	densidad 25 pt/m	193.200	5.319	182.732	203.668
	densidad 30 pt/m	177.800	5.319	167.332	188.268
	densidad 35 pt/m	170.700	5.319	160.232	181.168
nitrogeno 130 kg/ha	densidad 20 pt/m	195.200	5.319	184.732	205.668
	densidad 25 pt/m	197.850	5.319	187.382	208.318
	densidad 30 pt/m	189.250	5.319	178.782	199.718
	densidad 35 pt/m	188.400	5.319	177.932	198.868
nitrogeno 195 kg/ha	densidad 20 pt/m	205.750	5.319	195.282	216.218
	densidad 25 pt/m	195.650	5.319	185.182	206.118
	densidad 30 pt/m	204.700	5.319	194.232	215.168
	densidad 35 pt/m	189.500	5.319	179.032	199.968
nitrogeno 0	densidad 20 pt/m	121.650	5.319	111.182	132.118
	densidad 25 pt/m	118.700	5.319	108.232	129.168
	densidad 30 pt/m	123.650	5.319	113.182	134.118
	densidad 35 pt/m	120.300	5.319	109.832	130.768

Anexo N° 4. Pruebas de los efectos inter-sujetos altura del Sorgo variedad INTA 2do corte

Variable dependiente: Altura de la planta en cm 2C

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	69321.222(a)	15	4621.415	23.226	.000
Intersección	5231366.328	1	5231366.328	26291.989	.000
Densidad	2584.184	3	861.395	4.329	.005
Nivel de N	62923.159	3	20974.386	105.414	.000
Densidad * Nivel de N	3813.878	9	423.764	2.130	.027
Error	60487.450	304	198.972		
Total	5361175.000	320			
Total corregida	129808.672	319			

a R cuadrado = .534 (R cuadrado corregida = .511)

Anexo N° 5 Limite Inferior y Superior en las alturas de las plantas en los tratamientos segundo corte

**Densidad de siembra \* nivel de nitrógeno**

Variable dependiente: altura al corte

densidad de siembra	nivel de nitrógeno	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
				Límite inferior	Límite superior
densidad 20 pt/m	nitrógeno 65 kg/ha	134.550	3.089	128.471	140.629
	nitrógeno 130 kg/ha	130.200	3.089	124.121	136.279
	nitrógeno 195 kg/ha	146.750	3.089	140.671	152.829
	nitrógeno 0	110.450	3.089	104.371	116.529
densidad 25 pt/m	nitrógeno 65 kg/ha	120.900	3.089	114.821	126.979
	nitrógeno 130 kg/ha	132.050	3.089	125.971	138.129
	nitrógeno 195 kg/ha	149.200	3.089	143.121	155.279
	nitrógeno 0	110.550	3.089	104.471	116.629
densidad 30 pt/m	nitrógeno 65 kg/ha	118.200	3.089	112.121	124.279
	nitrógeno 130 kg/ha	134.250	3.089	128.171	140.329

densidad 35 pt/m	nitrógeno 195 kg/ha	137.800	3.089	131.721	143.879
	nitrógeno 0	102.350	3.089	96.271	108.429
	nitrógeno 65 kg/ha	127.600	3.089	121.521	133.679
	nitrógeno 130 kg/ha	134.400	3.089	128.321	140.479
	nitrógeno 195 kg/ha	150.700	3.089	144.621	156.779
	nitrógeno 0	105.800	3.089	99.721	111.879

Anexo N° 6. Pruebas de los efectos inter-sujetos Materia Seca del Sorgo variedad INTA primer Corte.

Variable dependiente: KgMSHA1C

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	590354858.754(a)	15	39356990.584	2.602	.006
Intersección	4992249315.863	1	4992249315.863	330.002	.000
Densidad	38712637.040	3	12904212.347	.853	.472
Nitrógeno	430317576.423	3	143439192.141	9.482	.000
Densidad * Nitrógeno	121324645.291	9	13480516.143	.891	.540
Error	726140718.325	48	15127931.632		
Total	6308744892.942	64			
Total corregida	1316495577.079	63			

a R cuadrado = .448 (R cuadrado corregida = .276)

Anexo N° 7. Limite Inferior y Superior de Materia Seca en los tratamientos del primer corte

Densidades de Siembra \* Nivel de Nitrógeno en Kg/ha

Variable dependiente: Peso en Kg/ha

Densidades de Siembra	Nivel de Nitrógeno en Kg/ha	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
				Límite inferior	Límite superior
Densidad 20 pt/m	Nitrógeno 65 Kg/Ha	6242.750	1956.298	2302.564	10182.936
	Nitrógeno 130 Kg/Ha	8568.500	1956.298	4628.314	12508.686
	Nitrógeno 195 Kg/Ha	12582.750	1956.298	8642.564	16522.936
	Nitrógeno 0	4346.750	1956.298	406.564	8286.936
Densidad 25 pt/m	Nitrógeno 65 Kg/Ha	12400.750	1956.298	8460.564	16340.936
	Nitrógeno 130 Kg/Ha	8822.500	1956.298	4882.314	12762.686
	Nitrógeno 195 Kg/Ha	13452.750	1956.298	9512.564	17392.936
	Nitrógeno 0	5268.500	1956.298	1328.314	9208.68

Densidad 30 pt/m	Nitrógeno 65 Kg/Ha	9079.750	1956.298	5139.564	13019.936
	Nitrógeno 130 Kg/Ha	7822.000	1956.298	3881.814	11762.186
	Nitrógeno 195 Kg/Ha	12271.250	1956.298	8331.064	16211.436
	Nitrógeno 0	4449.000	1956.298	508.814	8389.186
Densidad 35 pt/m	Nitrógeno 65 Kg/Ha	5896.750	1956.298	1956.564	9836.936
	Nitrógeno 130 Kg/Ha	11259.000	1956.298	7318.814	15199.186
	Nitrógeno 195 Kg/Ha	11980.250	1956.298	8040.064	15920.436
	Nitrógeno 0	7015.250	1956.298	3075.064	10955.436

Anexo N° 8 Pruebas de los efectos inter-sujetos materia seca del Sorgo variedad INTA segundo corte.

Variable dependiente: KgMsHA2C

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	114175425.318(a)	6	19029237.553	15.700	.000
Intersección	101920730.1063	1	101920730.1063	840.904	.000
Densidad	7965469.679	3	2655156.560	2.191	.099
Nitrógeno	106209955.638	3	35403318.546	29.210	.000
Error	69086145.509	57	1212037.641		
Total	120246887.1889	64			
Total corregida	183261570.826	63			

a R cuadrado = .623 (R cuadrado corregida = .583)

Anexo N° 9. Limite Inferior y Superior de Materia Seca en los tratamientos del segundo corte

**Densidades de Siembra \* Nivel de Nitrogeno en Kg/ha**

Variable dependiente: Peso en Kg/ha 2c

Densidades de Siembra	Nivel de Nitrogeno en Kg/ha	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
				Límite inferior	Límite superior
Densidad 20 pt/m	Nitrogeno 65 Kg/Ha	3930.250	483.079	2957.278	4903.222
	Nitrogeno 130 Kg/Ha	5263.500	483.079	4290.528	6236.472
	Nitrogeno 195 Kg/Ha	7220.000	483.079	6247.028	8192.972
	Nitrogeno 0	2116.500	483.079	1143.528	3089.472
Densidad 25 pt/m	Nitrogeno 65 Kg/Ha	3463.250	483.079	2490.278	4436.222
	Nitrogeno 130 Kg/Ha	4645.000	483.079	3672.028	5617.972
	Nitrogeno 195 Kg/Ha	5980.500	483.079	5007.528	6953.472
	Nitrogeno 0	1412.250	483.079	439.278	2385.222
Densidad 30 pt/m	Nitrogeno 65 Kg/Ha	3806.500	483.079	2833.528	4779.472
	Nitrogeno 130 Kg/Ha	4804.000	483.079	3831.028	5776.972
	Nitrogeno 195 Kg/Ha	4072.500	483.079	3099.528	5045.472
	Nitrogeno 0	2185.500	483.079	1212.528	3158.472
Densidad 35 pt/m	Nitrogeno 65 Kg/Ha	2926.750	483.079	1953.778	3899.722
	Nitrogeno 130 Kg/Ha	4198.500	483.079	3225.528	5171.472
	Nitrogeno 195 Kg/Ha	5178.750	483.079	4205.778	6151.722
	Nitrogeno 0	2205.000	483.079	1232.028	3177.972



Etapa vegetativa.



Raleo.



Fertilización.



Toma de datos de altura.



Peso fresco del área útil.



Muestra de materia verde (300g)