

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN,

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON CUATRO NIVELES DE NITRÓGENO SOBRE LA BIOMASA Y PROTEÍNA CRUDA EN *Bracharia brizantha* CV. MARANDÚ, EN SANTA ROSITA, DOLORES, PETÉN

CRISTOPHER ARDON FLORES

GUATEMALA MAYO 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON CUATRO NIVELES DE NITRÓGENO SOBRE LA BIOMASA Y PROTEÍNA CRUDA EN *Bracharia brizantha* CV. MARANDÚ, EN SANTA ROSITA, DOLORES, PETÉN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

CRISTOPHER ARDON FLORES

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, MAYO 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	MSc. Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	Br. Rigoberto Morales Ventura
VOCAL QUINTO	Br. Miguel Armando Salazar Donis
SECRETARIO	MSc. Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, mayo de 2009

Guatemala, mayo 2009

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado: **“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON CUATRO NIVELES DE NITRÓGENO SOBRE LA BIOMASA Y PROTEÍNA CRUDA EN *Bracharia brizantha* CV. MARANDÚ, EN SANTA ROSITA, DOLORES, PETÉN”**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Cristopher Ardon Flores

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS** Por se la luz que guía mis pasos el día a día, fuente de sabiduría y por permitirme tan maravilloso don como es la vida, gracias por darme la oportunidad de llegar a una meta más.
- MIS PADRES** Atilio Ardon Solórzano y Norma Cristina Flores Urbina, la pareja más grande que he conocido, gracias por tan incansables esfuerzos, por su trabajo del día a día, aquí un fruto más de sus esfuerzos, lo logramos, par de chiquitines, ¿Quién me quita su herencia? ¡Somos ricos! LOS AMO.
- MIS HERMANOS** Jonathan y Alexis, por estar ahí siempre apoyándome y haciéndome que me sienta orgulloso de la familia, nuestra familia.
- MI NOVIA** Claudia Azucena Oliva Pinzón, por brindarme tanto apoyo en las fases más importantes de la carrera y por ser tan especial en mi vida, aprendimos juntos, ¿Y si la luna fuera de queso? Patía-coneja.
- LAS FAMILIAS** Oliva Pinzón, Gatica Flores, Martínez Salguero (Flory), Vences Herrera (Mi Tía Conchita), Flores Juárez (Tio Rudy), Habett Salguero (Doctora bailadora), Escobar Flores (Tia Enma), Cobos Bran, Bran Cibrián, Ortiz Bran, Bran Solórzano (Mamajulia) y Fratti Bran, gracias don Gustavo Fratti y doña Ana de Fratti, por su apoyo y sus valiosos consejos para alcanzar esta meta.
- A MI ABUELITA** Paulina Urbina Paniagua, gracias por tus besos en cada llamada de apoyo te llevo en mi corazón, gracias Mamagûina.
- A MIS AMIGOS** Presentes en este acto gracias por su amistad y cariño. En especial al Ing. Agr. Jorge Cano Archila uno de mis padrinos, por su apoyo y sus sabios consejos, Dios lo bendiga.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

- MIS PADRES Llegamos a otra meta mas, gracias por acompañarme en mi camino, están siempre en mi corazón, gracias por atreverse a dar todos los días un poquito de su vida para mi.
- AL HERMANO Mis hermanos Jonathan y Alexis, gracias por no dejarme solo, somos parte de una familia tan grande que nos ha enseñado lo bueno que es Dios y los frutos del trabajo constante, gracias Diosito.
- AI COLEGIO Salesiano Don Bosco por haberme formado como buen cristiano y honrado ciudadano, gracias por darme amigos eternos.
- A LA FACULTAD de Agronomía por haberme formado y todas sus enseñanzas.
- A LA UNIVERSIDAD de San Carlos de Guatemala por haberme dado educación de excelencia.
- Y A cada una de las personas que tienen sueños, que se atrevan a buscarlos si los quieren lograr, nada es imposible, el secreto es tener fe en Dios y aprovechar todos los talentos que nos ha regalado.

AGRADECIMIENTOS

A:

Al proyecto CATIE-Noruega/PD por el apoyo y el financiamiento para la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

Al Ing. Agr. MSc Cesar Linneo García, por la supervisión y amistad brindada, agradeciendo su apoyo en la realización de este documento

Al Ing. Agr. MSc. Anibal Sacbaja por la asesoría y dedicación en la discusión de mi investigación, por los conocimientos compartidos.

Al Ing. Arg. For. MSc Jorge Cruz, coordinador Nacional del proyecto CATIE-Noruega/PD, por haberme aceptado como el ultimo estudiante en el proyecto, por su tiempo, dedicación, por los consejos y las llamadas de atención, muchísimas gracias.

Al Dr. Danilo Pezo, Coordinador Regional del proyecto CATIE-Noruega/PD, por estar siempre dispuesto en todo momento, por sus consejos y los buenos momentos compartidos.

Al personal del proyecto CATIE-Noruega/PD, Dra. Marisel, Ing. Nery, Ing. Francisco Cruz, Ing. Aldo, Rene Belteton, Brenda Burgos, Adiel Pelaez, Jairo.

A mis compañeros de EPS, Dr. Pavel Bautista y su esposa Dyanna de Bautista Axeljonny Godoy, Ing. Agr. Jose Godoy, Ing. Agr. Jose Miguel Cetino.

Y por ultimo a la familia del Sr. Don Álvaro Solares, a su esposa, Doña Odilia de Solares y a su hijo Lin Solares, por haberme abierto las puertas de esa finca tan hermosa, "La Ceiba", por los almuerzos tan sabrosos y las frutas (que nunca hacían falta), y a toda la comunidad Santa Rosita, Colpetén, Dolores departamento del Petén por haber acogido al proyecto CATIE-Noruega y haber permitido que ejerciéramos en sus tierras nuestras practicas.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
INDICE DE FIGURAS	iii
INDICE DE CUADROS	v
RESUMEN	vii
1.1 Presentación	3
1.2 Marco Referencial.....	4
1.2.1 Localización geográfica y acceso.....	4
1.2.2 Límites y colindancias	4
1.2.3 Extensión.....	4
1.2.4 Zona de vida.....	6
1.2.5 Condiciones climáticas	6
1.2.6 Altitud	6
1.2.7 Clima	7
1.2.8 Fisiografía.....	7
1.2.9 Geología y suelo.....	7
1.2.10 Profundidad efectiva.....	7
1.3 Objetivos.....	8
1.3.1 General.....	8
1.3.2 Específicos	8
1.4 Metodología	9
1.4.1 Fase de gabinete inicial:.....	9
1.4.2 Fase de campo:.....	9
1.4.3 Fase de gabinete Final	9
1.5 Resultados.....	11
1.5.1 Información general de la comunidad.....	11
1.5.2 Priorización del problema	19
1.5.3 Árbol de problemas	20
1.6 Conclusiones y Recomendaciones.....	21
1.7 Bibliografía.....	22
1.8 Anexo.....	23
CAPITULO II. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON CUATRO NIVELES DE NITRÓGENO SOBRE LA BIOMASA Y PROTEÍNA CRUDA EN <i>Bracharia brizantha</i> CV. MARANDÚ, EN SANTA ROSITA, DOLORES, PETÉN.	
	27
2.1 PRESENTACIÓN	29
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	32
2.2.1 Características botánicas de las poaceas	32
2.2.2 Descripción del cultivar utilizado en la investigación <i>Bracharia brizantha</i> cv. Marandú	33
2.2.3 Relación suelo-planta-animal	34
2.2.4 Importancia de la fertilización en pastos.....	35
2.2.5 Fertilización en pastizales	36
2.2.6 Fertilización nitrogenada	37
2.2.7 Nutrientes extraídos por diferentes forrajeras	38
2.2.8 Respuesta de Brachiarias a la fertilización.....	39
2.2.9 Antecedentes de fertilización en pastos	39

2.2.10	Características y localización geográfica del área de estudio	41
2.3	HIPOTESIS.....	47
2.4	OBJETIVOS.....	48
2.4.1	Objetivo general	48
2.4.2	Objetivos específicos.....	48
2.5	METODOLOGÍA	49
2.5.1	Establecimiento	49
2.5.2	Manejo parcela experimental	50
2.5.3	Análisis de datos	52
2.6	RESULTADOS	55
2.6.1	Biomasa (expresada en materia seca).....	55
2.6.2	Porcentaje de proteína cruda (pPC) y rendimiento de proteína cruda (rPC)	64
2.6.3	Análisis económico.....	67
2.7	CONCLUSIONES	69
2.8	RECOMENDACIONES.....	70
2.9	BIBLIOGRAFÍA.....	71
2.10	APÉNDICE	73
CAPITULO III. INFORME FINAL DE SERVICIOS		77
2.11	PRESENTACIÓN	79
2.12	ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE FORRAJE EN POTREROS POR MEDIO DEL MÉTODO BOTANAL, EN LA COMUNIDAD SANTA ROSITA, DOLORES, PETÉN.	80
2.12.1	OBJETIVOS	80
2.12.2	METODOLOGÍA.....	81
2.12.3	RESULTADOS	83
2.12.4	EVALUACIÓN	85
2.13	REGISTRO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN FINCA LA CEIBA DE LA COMUNIDAD SANTA ROSITA, DOLORES, PETEN.	86
2.13.1	OBJETIVOS	86
2.13.2	METODOLOGÍA.....	87
2.13.3	RESULTADOS	88
2.13.4	EVALUACIÓN	90
2.14	ESTABLECIMIENTO DE BIODIGESTOR EN LA COMUNIDAD SANTA ROSITA, DOLORES, PETÉN.	91
2.14.1	OBJETIVOS	91
2.14.2	METODOLOGIA.....	92
2.14.3	RESULTADOS	102
2.14.4	EVALUACIÓN	103

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Ubicación de la zona piloto proyecto CATIE-Noruega	5
Figura 2. Ubicación de la Comunidad Santa Rosita, Dolores, Petén	5
Figura 3. Árbol de problemas en la comunidad Santa Rosita	20
Figura 4. Esquema general de la respuesta de un pasto a dosis crecientes de aplicación de nitrógeno.....	38
Figura 5. Ubicación de la zona piloto proyecto CATIE-Noruega límites y colindancias.....	42
Figura 6. Ubicación de la de finca experimental, Santa Rosita, Dolores, Petén.....	43
Figura 7. Climadiagrama para el departamento de Petén, Guatemala.	44
Figura 8. Parcela efectiva donde se tomó la muestra en la parcela experimental.....	49
Figura 9. Croquis de finca y parcela experimental	50
Figura 10. Fluctuaciones climáticas durante la investigación.....	55
Figura 11. Relación entre aplicación de niveles de N kg·ha ⁻¹ y producción de biomasa (kg·ha ⁻¹) en el corte 1 en el pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	57
Figura 12. Relación residual entre aplicación de niveles N kg·ha ⁻¹ y producción de biomasa (kg·ha ⁻¹) en el corte 2 en el pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	60
Figura 13. Comparación de la producción de biomasa (kg·ha ⁻¹) para cada tratamiento entre los cortes realizados en el pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú.	61
Figura 14. Comportamiento de la temperatura (°C) en relación a producción biomasa (kg·ha ⁻¹) obtenida en cada corte en el pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	63
Figura 15. Comportamiento de la precipitación (mm) en relación a producción biomasa (kg·ha ⁻¹) obtenida en cada corte en el pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	64
Figura 16. Comparación del porcentaje de proteína cruda (pPc) entre la muestra de pasto sin tratamiento y corte 1 en el pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	66
Figura 17. Rendimiento de proteína cruda (kg N·ha ⁻¹) en el corte 1 en el pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	66
Figura 18. Escala de referencia para la evaluación de disponibilidad de forraje o pasto. ..	81
Figura 19. Relación entre disponibilidad de forraje y precipitación.....	84
Figura 20. Cantidad promedio en litros de la producción de leche mensual para la Finca La Ceiba, Santa Rosita, Dolores, Petén.	89
Figura 21. Preparación de la fosa para ubicación del biodigestor	93
Figura 22. Bolsa de nylon con dos capas.....	94
Figura 23. Preparación de válvula de salida del biodigestor.	95
Figura 24. Estructura de la válvula de salida del biodigestor	95
Figura 25. Válvula de salida del biodigestor.....	96
Figura 26. Inflado de la bolsa con el adaptador.....	96
Figura 27. Traslado de la bolsa hacia la fosa	97

Figura 28. Colocación de tubos de PVC que sirven de entrada y salida de sólidos del biodigestor.....	97
Figura 29. Colocación de tiras de hule que sirven para sujetar el nylon a la entrada y salida del biodigestor.....	98
Figura 30. Introducción de agua dentro del biodigestor	98
Figura 31. Preparación e introducción de la mezcla dentro del biodigestor	99
Figura 32. Respiradero o válvula de escape del biodigestor	100
Figura 33. Malla circulando el biodigestor para protección	101
Figura 34. Biodigestor instalado finca La Ceiba, Santa Rosita, Dolores, Petén.	102
Figura 35. Productores de la comunidad Santa Rosita Dolores Peten, en capacitación sobre biodigestores.	102

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Estratificación social de la Comunidad de Santa Rosita.....	15
Cuadro 2. Estratificación escolar.....	16
Cuadro 3. Nutrientes extraídos por diferentes forrajeras en Puerto Rico.....	38
Cuadro 4. Producción anual ton·ha ⁻¹ promedio de 3 años de pasto bermuda con distinto número de aplicaciones de dos fuentes de fertilizantes nitrogenados.....	40
Cuadro 5. Análisis de suelo efectuado a los suelos de la finca La Ceiba, Santa Rosita, Dolores, Petén.....	45
Cuadro 6. Niveles de N evaluados.....	50
Cuadro 7. Resultados análisis de varianza de la producción de biomasa (kg·ha ⁻¹) en el corte 1 del pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	56
Cuadro 8. Medias obtenidas de producción de biomasa (kg·ha ⁻¹) en el corte 1 del pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	56
Cuadro 9. Resultados análisis de varianza de producción de biomasa (kg·ha ⁻¹) en el corte 2 del pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	58
Cuadro 10. Medias obtenidas de la producción de biomasa (kg·ha ⁻¹) en el corte 2 del pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	59
Cuadro 11. Resultados análisis de varianza para producción de biomasa (kg·ha ⁻¹) en la sumatoria de producción de biomasa de los cortes 1 y 2 del pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	62
Cuadro 12. Resultados de las medias obtenidas de la producción de biomasa (kg·ha ⁻¹) en los cortes 1 y 2 en el pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	62
Cuadro 13. Contenido de nitrógeno y pPC para la muestra de pasto sin tratamiento, corte 1 y corte 2 en el pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	64
Cuadro 14. Relación del aumento de pPC entre la muestra de pasto sin tratamiento y corte 1 en el pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	65
Cuadro 15. Costo total de fertilización (Q·ha ⁻¹).....	67
Cuadro 16. Presupuestos parciales para la producción de biomasa (Q·kg ⁻¹).....	68
Cuadro 17A. Valores de biomasa (kg·ha ⁻¹) obtenidos en el, corte 1 y corte 2 del pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	73
Cuadro 18A. Análisis de varianza de la producción de biomasa (kg·ha ⁻¹) para el corte 1 del pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	73
Cuadro 19A. Análisis de varianza de la producción de biomasa (kg·ha ⁻¹) para el corte 2 del pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	74
Cuadro 20A. Porcentaje de disminución en producción de biomasa (kg·ha ⁻¹) entre el corte 1 y corte 2 del pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	74
Cuadro 21A. Análisis de varianza de la producción de biomasa (kg·ha ⁻¹) en los cortes 1 y 2 del pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	74
Cuadro 22A. Resultados del análisis foliar realizado a la muestra de pasto sin tratamiento en <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	75
Cuadro 23A. Resultados del análisis foliar realizado al corte 1 en el pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.....	75

Cuadro 24A. Resultados del análisis foliar realizado al corte 2 en el pasto <i>B. brizantha</i> cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.	75
Cuadro 25A. Condiciones climáticas durante el periodo de la investigación, Santa Rosita, Dolores, Petén.	75
Cuadro 26. Resultados de la estimación de disponibilidad de forraje en potreros por medio del método botanal.	83
Cuadro 27. Cantidad promedio en litros de la producción de leche mensual para la Finca La Ceiba, Santa Rosita, Dolores, Petén.	88
Cuadro 28. Materiales y jornales utilizados en la instalación de biodigestor en la comunidad Santa Rosita, Dolores, Petén.....	92

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON CUATRO NIVELES DE NITRÓGENO SOBRE LA BIOMASA Y PROTEÍNA CRUDA EN *Bracharia brizantha* CV. MARANDÚ, EN SANTA ROSITA, DOLORES, PETÉN

RESUMEN

Entre las actividades productivas llevadas a cabo en la región del departamento de Petén, se tiene a la ganadería, la cual representa uno de los principales ingresos económicos de sus habitantes y abarcan gran parte del territorio. Esta actividad se caracteriza principalmente por la utilización de pastos para dar sustento diario al ganado, sin embargo aproximadamente el 70% de pasturas presentes en la región se encuentran en niveles de degradación moderada a severa.

Observando el problema surge el Proyecto de Desarrollo Participativo de Alternativas Sustentables de Uso Para Tierras de Pasturas Degradadas, por parte del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE-NORUEGA/PD). Dentro de la zona piloto del proyecto, se encuentra la comunidad Santa Rosita, en donde 16 (45%) familias, de una población formada por 36, practica la ganadería de ganado vacuno, representando dicha actividad el 90% de ingreso económico de las mismas.

Para lograr los objetivos principales del proyecto y en apoyo a las familias de dicha comunidad se procedió a realizar un diagnostico, en el cual se identificaron los problemas principales que afectan a la comunidad, generando los servicios y la investigación.

Los problemas se identificaron realizando un árbol de problemas con los productores de ganado, encontrando los siguientes: problemas agrícolas, ganaderos y socioeconómicos.

Dentro de los problemas agrícolas se encontró la baja disponibilidad de pastos en ciertas épocas del año, generando la investigación titulada "Efecto de la fertilización con cuatro niveles de nitrógeno sobre la biomasa y proteína cruda en *Bracharia brizantha* cv. Marandù", la cual se realizó utilizando un diseño experimental completamente al azar, con

cuatro tratamientos (25, 50, 75 y 125 kg N·ha⁻¹) en una aplicación y cuatro repeticiones, dos cortes después de la aplicación de fertilizante y un pastoreo entre cortes.

Para la variable biomasa (kg·ha⁻¹) se obtuvo como resultado, un comportamiento en relación ascendente, que a mayor cantidad de nitrógeno por hectárea mayor producción de biomasa (kg·ha⁻¹), y para la variable proteína cruda (%) se obtuvo que el porcentaje aumenta 200% con la aplicación de N.

Por ultimo se concluye, que bajo las condiciones de esta investigación que la aplicación de los niveles de 25, 50, 75 y 125 kg N·ha⁻¹ no presentaron diferencias estadísticamente significativas en la producción de biomasa expresada en kg·ha⁻¹ obteniendo valores de 167.13, 184.44, 282.63 y 304.06 kg·ha⁻¹ para el corte 1 y 80.94, 67.19, 103.75 y 133.13 kg·ha⁻¹ para el corte 2 respectivamente, pudiendo ser el factor limitante la precipitación con un valor de 44.0mm. Y para la variable proteína cruda estos niveles de nitrógeno si provocaron una variabilidad, en donde el tratamiento que produjo mayor % proteína fue el N125 (125 kg N·ha⁻¹) con 17.81%.

Dentro de los servicios realizados estuvieron: 1)la estimación de disponibilidad de forraje en potreros por medio del método "botanal", con el fin de conocer la fluctuación de disponibilidad de forraje existente en diferentes meses del año en el área, 2)el registro de producción de leche en una finca representativa de la comunidad y 3)la instalación de un biodigestor demostrativo, donde los productores de la zona tomaron un ejemplo en el aprovechamiento de un sub-producto de la ganadería como lo es el estiércol. El cual produce biogás, que puede servir para la elaboración de alimentos y con esto obtener una fuente de ahorro económico para el hogar.

**CAPITULO I. DIAGNOSTICO DE LA COMUNIDAD DE SANTA ROSITA, COLPETÉN
DEL MUNICIPIO DE DOLORES, PETÉN, REPÚBLICA DE GUATEMALA**

1.1 Presentación

La comunidad de Santa Rosita, esta localizado en la aldea Colpetén, municipio de Dolores, departamento de Peten. Los habitantes que se sitúan dentro de la comunidad tienen tierras propias las cuales carecen de escrituras por el motivo que a las personas el ejército les dio las tierras cuando existió el enfrentamiento armado con la guerrilla.

Los primeros pobladores de la comunidad Santa Rosita llegaron a colonizar después de que el conflicto armado empezó a disminuir en el área alrededor de la década de los ochenta. Los idiomas que predominan son el español y Queqchí.

La región tiene como alternativas los cultivos de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y la producción ganadera. Donde la ganadería, no cuentan con ningún diagnóstico que reflejen la problemática actual que enfrentan los productores. Y las producciones agrícolas que realizan, han disminuido por problemas que enfrentan en los cultivos, por lo que muchos han emigrado a otros lugares como El Naranjo, para continuar con ellos (Solares, 2007).

La comunidad no cuenta con información por lo que fue necesaria la realización del diagnóstico, el cual servirá para la elaboración de un plan de servicios, para priorizar los principales problemas que afectan a la población, y abordar las temáticas o problemas que se relacionen con lo abarcado por el programa de uso alternativos en pasturas de gradadas del proyecto CATIE – NORUEGA/PD.

1.2 Marco Referencial

1.2.1 Localización geográfica y acceso

La comunidad Santa Rosita es jurisdicción de Dolores, departamento de Petén. Se encuentra localizada dentro de las coordenadas Latitud Norte 89°60'66.1'' y Longitud Oeste 16°55'43.9'' (MAGA, 2001).

Para llegar a la comunidad se recorren 67 Km. de la cabecera departamental Ciudad de Flores y 40 Km. de la cabecera municipal de Dolores. El acceso hacia la comunidad, luego de dejar la carretera asfaltada es por carretera balastrada, la cual se encuentra en condiciones regulares (Solares, 2007).

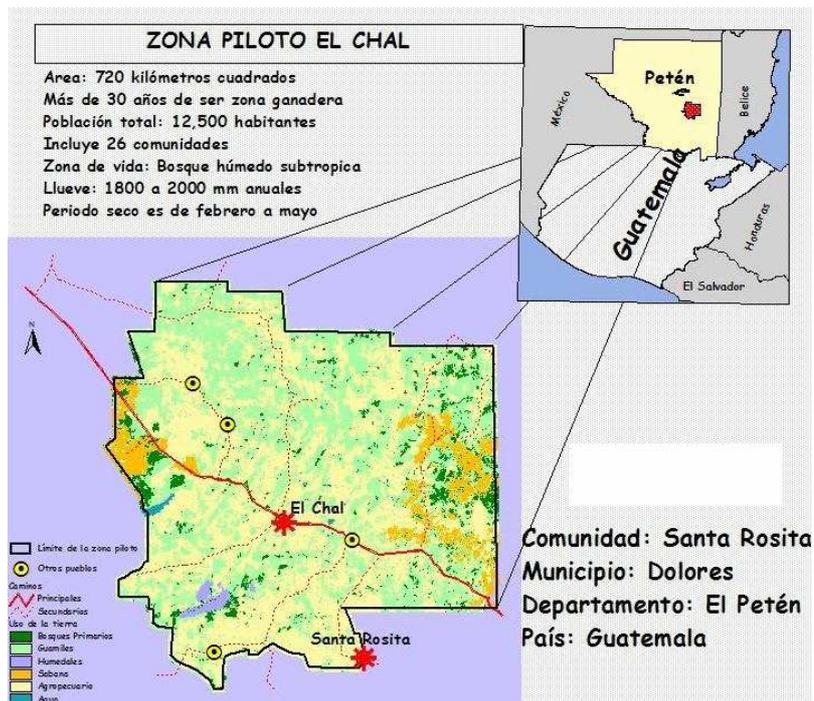
1.2.2 Límites y colindancias

La comunidad colinda con áreas utilizadas para las actividades ganaderas, entre las cuales están la finca de Augusto Girón hacia el sur, la finca de Mendoza al Norte, carretera de terracería al este y la finca de Concepción García hacia el oeste. La aldea más cercana a esta es, Colpetén la cual sirve de acceso a la comunidad Santa Rosita.

1.2.3 Extensión

El área total del casco de la Comunidad Santa Rosita es de 374,869.48m² o 37.4 ha (Lainfiesta, 2005)

Esta comunidad se encuentra aproximadamente a 67 Km. de distancia de Flores, dentro de la zona piloto El Chal, del proyecto CATIE-NORUEGA/PD.



Fuente: Lainfiesta, 2005

Figura 1. Ubicación de la zona piloto proyecto CATIE-Noruega

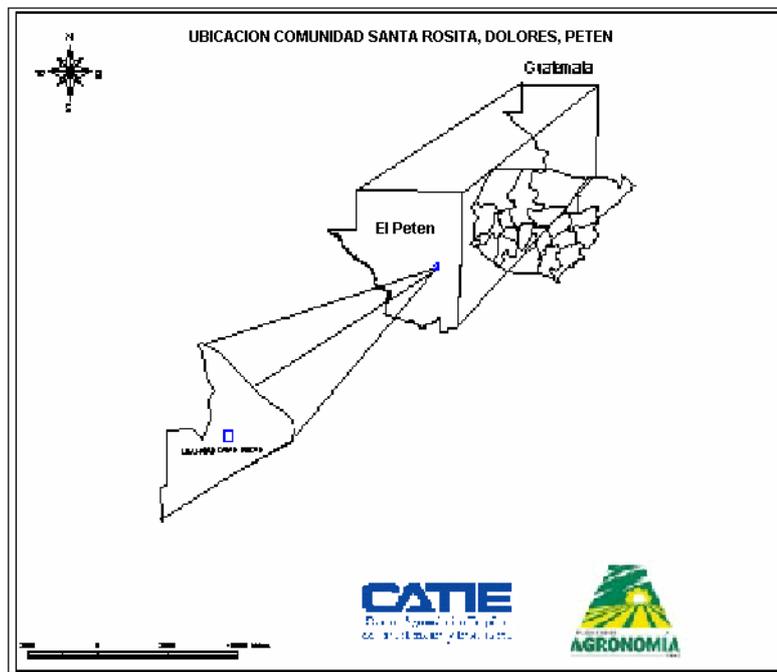


Figura 2. Ubicación de la Comunidad Santa Rosita, Dolores, Petén

1.2.4 Zona de vida

La zona de vida para el área es el Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) según el sistema de información geográfica del MAGA, ya que esta zona de vida es la que predomina en el departamento de Petén (MAGA, 2001).

Esta zona de vida comprende una extensión de 1,394,161.96 ha, lo que representa al 38% del territorio del Petén (MAGA, 2001).

1.2.5 Condiciones climáticas

1.2.5.1 Precipitación pluvial

La precipitación pluvial para la comunidad Santa Rosita es de aproximadamente 1,420 mm anualmente (INSIVUMEH, 2007).

1.2.5.2 Temperatura

La temperatura media para esta zona es de 26°C, con una máxima de 29°C y una mínima de 22°C (INSIVUMEH, 2007).

1.2.5.3 Humedad relativa

La humedad relativa media anual es de 80%, con una máxima de 85% y una mínima de 70% (INSIVUMEH, 2007).

1.2.6 Altitud

La comunidad Santa Rosita, se encuentra a una altitud de 239 msnm (INSIVUMEH, 2007).

1.2.7 Clima

La altitud del área de diagnóstico varía entre 170 y 286 (en la zona piloto la altitud va de 140 a 490) msnm, la temperatura media anual varía entre 24 y 28 °C, y la precipitación anual oscila entre 1500 y 1700 mm, con un período seco más o menos bien definido entre mediados de febrero y fines de mayo (INSIVUMEH, 2007).

1.2.8 Fisiografía

La región fisiográfica para esta zona corresponde al Cinturón Plegado del Lacandón (MAGA, 2001).

1.2.9 Geología y suelo

Los suelos para esta área se remontan al período Cretácico-Terciario formada por roca caliza. Los suelos para esta zona son con relieve Karst con profundidades delgadas y bien drenadas pertenecientes a la serie Cuxú (Cx), con una coloración café a negra (MAGA, 2001).

1.2.10 Profundidad efectiva

Los suelos de esta zona de vida son de profundidad delgada de 40 a 50 cm., y con drenaje excesivo (MAGA, 2001).

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Realizar un diagnóstico sobre la situación actual en la comunidad de Santa Rosita, municipio de Dolores, departamento de Petén.

1.3.2 Específicos

- Identificar los principales problemas en la producción de ganado en la comunidad Santa Rosita.

- Generar información para establecer un plan de servicios.

1.4 Metodología

1.4.1 Fase de gabinete inicial:

Se revisaron fuentes bibliográficas (libros, folletos, revistas, Internet, mapas, etc), y se obtuvo la siguiente información: información general de la comunidad, medios de comunicación y transporte, datos históricos, organización, infraestructura, geología y suelo, fisiografía, profundidad efectiva, condiciones climáticas, clima, zona de vida, aspectos culturales, indicadores socioeconómicos, folklore, recurso hídrico, recurso forestal, componente agrícola, componente pecuario, fuentes de trabajo y principales problemas.

1.4.2 Fase de campo:

Se realizó un recorrido a través del área que comprende la comunidad, delimitándola y conociendo por medio de convivencia con los productores, así también se identificaron los principales problemas que sufren dentro de sus sistemas silvopastoriles.

1.4.2.1 Árbol de problemas

Fue necesaria una reunión con los productores de ganado, para realizar una actividad en donde se pudiese compartir información de los principales problemas que presentan dentro de sus potreros.

1.4.2.2 Encuestas

Se realizaron encuestas a los productores de ganado para conocer los aspectos socioeconómicos y sus principales problemas en el manejo.

1.4.3 Fase de gabinete Final

Con la información recabada y el análisis de la misma se procedió a la descripción de la problemática, mediante el análisis de la relación causa y efecto, y con el árbol de problemas, dando como resultado la redacción de un diagnóstico de la situación actual de la comunidad de Santa Rosita, aldea Colpetén, municipio de Dolores, Peten. Identificándose, describiendo y priorizando la problemática, de la situación actual de la

comunidad en mención. Elaborándose posteriormente un plan de servicios basado en los resultados del diagnóstico.

1.5 Resultados

1.5.1 Información general de la comunidad

1.5.1.1 Localización geográfica y acceso

La comunidad de Santa Rosita se ubica al suroeste de la aldea de Colpetén, municipio de Dolores, departamento de Petén. Se encuentra localizada dentro de las coordenadas Latitud Norte 89°60'66.1'' y Longitud Oeste 16°55'43.9'' (MAGA, 2001).

Para llegar a la comunidad se recorren 67 Km. de la cabecera departamental Ciudad de Flores y 40 Km. de la cabecera municipal de Dolores. El acceso que hay hacia la comunidad, luego de dejar la carretera asfaltada es por carretera balastrada, la cual se encuentra en condiciones irregulares (Solares, 2007).

1.5.1.2 Límites y colindancias

La comunidad colinda con áreas utilizadas para la actividad ganadera, entre las colindancias están: Finca de Mendoza y Finca de Concepción García (Lainfiesta, 2005).

1.5.1.3 Extensión

El área total del casco de la comunidad Santa Rosita es de 374,869.48m² o 37.4 ha, de las cuales el área urbana cubre aproximadamente 10 ha, y las restantes son parcelas las cuales se utilizan para ganado (Lainfiesta, 2005).

1.5.1.4 Población

La comunidad Santa Rosita esta formada por 330 familias y 128 viviendas con una población aproximada de 443 personas, de las cuales 105 son mujeres y 103 hombres (Lainfiesta, 2005).

1.5.1.5 Medios de comunicación y transporte

La comunidad cuenta con un teléfono comunitario y dos propios. El teléfono comunitario es propiedad del Sr. Hipólito Reyes (Solares, 2007)

1.5.1.5.1 Transporte

La comunidad no cuenta con transporte urbano, en donde los habitantes deben de entrar caminando o que alguien con transporte entre a la comunidad y los lleve. El transporte más utilizado por los pobladores es la motocicleta.

1.5.1.6 Electricidad

La comunidad cuenta con el servicio, el cual fue instalado recientemente. Este proyecto tuvo un costo aproximado de cuatro millones de quetzales (Solares, 2007)

1.5.1.7 Agua potable

Si se cuenta con el servicio de agua potable y una fuente de agua denominada “Las Noas” siendo el propietario el Sr. Antonio Orellana. El agua potable que hay en la comunidad esta entubada y no se paga algún precio por el servicio; estableciendo que cuando se le deba de realizar un servicio a la tubería se cobrará a cada habitante de la comunidad (Solares, 2007).

1.5.1.8 Cementerio comunal

Este servicio también existe, y se ubica dentro del perímetro urbano de la comunidad, mide aproximadamente cuatro manzanas.

1.5.1.9 Datos históricos

Los primeros habitantes de esta comunidad la abandonaron, excepto unas familias, por la guerrilla en los años setenta, los cuales emigraron a la aldea El Naranjo y Colpetén. En los años ochenta empezaron a llegar de nuevo habitantes que inmigraron de aldeas aledañas como El Ocote para situarse en el lugar. A partir de los años noventa se inició la construcción de una carretera de terracería con la ayuda de la municipalidad de Dolores y Caminos, la cual fue solicitada por el comité de la comunidad (Lainfiesta, 2005).

1.5.1.10 Organización

En la comunidad Santa Rosita se encuentran las siguientes organizaciones:

1.5.1.10.1 Comité Comunitario de Desarrollo (COCODE)

Estas personas son los líderes de la comunidad y coordinan cada actividad a realizar en la comunidad.

Presidente: Jerónimo García

Secretario: Aníbal Ruano

1.5.1.10.2 Comité de Educación

La función es de informar a la comunidad de las actividades escolares. Dentro del comité está Servando Torres y Raquel García.

1.5.1.10.3 Alcalde Auxiliar

Actualmente es el Sr. Jerónimo García. El alcalde auxiliar es elegido por los pobladores, para nombrarlo no tiene un periodo contemplado. Las principales funciones son: mantener informada a la comunidad de todas las actividades, velar por el funcionamiento de los bienes de la comunidad e informar a la comunidad los principales problemas y necesidades.

1.5.1.11 Infraestructura

1.5.1.11.1 Social / deportivo

La comunidad cuenta con un campo de fútbol, con porterías de metal.

1.5.1.12 Religión

La comunidad cuenta con una iglesia. La población se divide aproximadamente de la siguiente manera: Evangélicos y Católicos.

1.5.1.13 Geología y suelo

Según Simmons, los suelos para esta área se remontan al período Cretácico-Terciario formada por roca caliza. Los suelos para la zona de tierras son con relieve Karst con profundidad delgada y bien drenada pertenecientes a la serie Cuxú (Cx), con una coloración que va de color café a negra (MAGA, 2001).

1.5.1.14 Fisiografía

La región fisiográfica para esta zona corresponde al Cinturón Plegado del Lacandón (MAGA, 2001).

1.5.1.15 Profundidad efectiva

Los suelos de esta zona son de profundidad delgada de 40 a 50 cm, y con drenaje excesivo (MAGA, 2001).

1.5.1.16 Condiciones climáticas

1.5.1.16.1 Precipitación pluvial

La precipitación pluvial para Santa Rosita es de aproximadamente 1,420 mm anualmente (INSIVUMEH, 2007).

1.5.1.16.2 Temperatura

La temperatura media para esta zona es de 26°C, con una máxima de 29°C y una mínima de 22°C (INSIVUMEH, 2007).

1.5.1.16.3 Humedad relativa

La humedad relativa media anual es de 80%, con una máxima de 85% y una mínima de 70% (INSIVUMEH, 2007).

1.5.1.17 Altitud

La comunidad Santa Rosita, se encuentra a una altitud de 239 msnm (MAGA, 2001).

1.5.1.18 Clima

El clima para esta zona es cálido, con inviernos benignos, húmedos y con estación seca bien definida (MAGA, 2001).

1.5.1.19 Zona de vida

La zona de vida para la comunidad Santa Rosita es Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido). Esta zona comprende una extensión de 1,394,161.96 Ha, lo que representa al 38% del territorio de Peten (MAGA, 2001).

1.5.1.20 Aspectos culturales

1.5.1.20.1 Estratificación social

La estratificación por edad de la comunidad de Santa Rosita se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estratificación social de la Comunidad de Santa Rosita

PH	PM	< 1	1_5	5_15	M_15_49	Resto	G_Tot
108	105	7	46	53	47	60	213

Referencia:

PH = Población Total Hombres

PM = Población Total Mujeres

< 1 = Población Hombres y Mujeres Menores de 1 año.

1_5 = Población Hombres y Mujeres entre 1 y 5 años.

5_15 = Población Hombres y Mujeres entre 5 y 15 años.

15_49 = Población Mujeres entre 15 y 49 años (fértiles).

Resto = Resto de la Población Hombres y Mujeres mayores de 49 años

Fuente: Centros de Salud El Chal, 2007

1.5.1.21 Indicadores socioeconómicos

1.5.1.21.1 Vivienda

Los pobladores no han obtenido ninguna clase de ayuda para construir viviendas. En el recorrido realizado por la comunidad, se observaron los diferentes tipos de viviendas que existen. Se observaron casas que no están en condiciones adecuadas, actualmente la comunidad cuenta con 68 viviendas de las cuales la mayoría constan de paredes de madera, piso de tierra o cemento y techo de lámina o de manaca.

1.5.1.21.2 Educación

En la actualidad la comunidad Santa Rosita cuenta con una escuela de educación primaria de block y lámina donde se imparten las clases de pre-primaria y primaria (primero a sexto grado) con dos maestros. Las clases son impartidas en 3 aulas que cuentan la escuela y mobiliario en condiciones regulares. La población estudiantil es de 38 alumnos, con una distribución como se muestra en el Cuadro 2. Esta escuela es administrada por del gobierno, y los maestros son presupuestados.

Cuadro 2. Estratificación escolar

Grado	Total
Pre-primaria	4
Primero	6
Segundo	7
Tercero	5
Cuarto	7
Quinto	4
Sexto	5
Total	38

Fuente: Solares, 2007

1.5.1.22 Idioma

En la comunidad se habla el queqchí y español, entre estos el que predomina es el español.

1.5.1.23 Costumbres y tradiciones

Actualmente en la comunidad las costumbres y tradiciones se han dejado de practicar, algunas fechas especiales para la comunidad se presentan a continuación:

- 10 de mayo: Celebración del Día de la Madre, a nivel escolar.
- 15 de septiembre: Celebración del Día de la Patria, a nivel escolar.
- 24 de diciembre: Celebración de Noche Buena, a nivel de comunidad e iglesia.
- 31 de diciembre. Celebración de Año Nuevo, a nivel de comunidad.

a) Rol del hombre

El hombre de la comunidad se dedica a la agricultura y a la ganadería. También se dedican a la cacería, cortes de árboles para madera y coleccionar leña. Los dos primeros oficios son los principales, ya que son las fuentes de alimento para su familia (Lainfiesta, 2005).

a) Rol de la mujer

Las mujeres se dedican a oficios domésticos, y todas las actividades dentro de la casa, algunas a la crianza de animales, u otras actividades (Lainfiesta, 2005).

b) Rol del niño

Aproximadamente un 28% de los niños de la comunidad de Santa Rosita se dedican al estudio cotidiano para una mejor superación, los otros se dedican al trabajo con sus padres para la ayuda de ingresos, como también hay niños que estudian y ayudan a los padres a trabajar (Solares, 2007).

1.5.1.24 Recurso hídrico

La comunidad cuenta con nacimientos de agua, el más cercano es una fuente de agua conocida como "Las Noas" propiedad de Antonio Orellana, la cual no se seca en ninguna época del año. Aparte de los nacimientos de agua, también hay arroyos que pasan cerca de la comunidad, en donde las personas acuden para abastecerse de agua (Lainfiesta, 2005).

1.5.1.25 Recurso forestal

En la comunidad hay áreas naturales en donde se encuentran pequeñas áreas de bosque que han sido protegidas por los dueños de las fincas donde se encuentran.

1.5.1.26 Componente agrícola

Los principales cultivos que se destacan en la comunidad son maíz y frijol. Las actividades de siembra las realizan en áreas que oscilan entre las 2 y 12 manzanas, la época de siembra es en mayo y noviembre, con el fin de aprovechar las lluvias, y las épocas de cosecha son en octubre y marzo (Solares, 2005).

Los pequeños agricultores de la comunidad no reciben asesoría técnica de de instituciones dedicadas a la agricultura.

La comercialización de los granos cosechados en el lugar son vendidos en el mercado central Santa Elena, Petén o bien a compradores que llegan a la comunidad.

1.5.1.27 Componente pecuario

1.5.1.27.1 Actividades ganaderas

En la comunidad Santa Rosita, es una actividad que el 45% de la población practica, debido a lo rentable que es el tener ganado y mantenerlo. Estas personas trabajan estableciendo potreros con pastos como *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, y *Cynodon plectostachium*. La ganadería proporciona en promedio, el 90% de los ingresos de la economía de las personas que la practican (Lainfiesta, 2005).

Los ganaderos de Santa Rosita se dedican a la lechería y cría con el fin de obtener ganancias rentables. Para proporcionarles el agua a los animales se cuentan con piletas, arroyos y nacimientos que se encuentran en los potreros de algunos productores, practican el sistema de pastoreo rotacional con un promedio de 12 días de ocupación y 30 días de descanso (Solares, 2007).

1.5.1.28 Procedencia

Los habitantes de la comunidad emigraron y luego se establecieron en ella debido a la violencia que existía en los años ochenta provocados por el conflicto armado en esa época. Las personas desde que inmigraron se dedican a la agricultura y a la ganadería obteniendo el sustento para sus familias.

1.5.1.29 Tenencia y concentración de la tierra

La comunidad cuenta con una extensión de 64.19 ha, de las cuales 10 ha están ocupadas por el área urbana, el resto se encuentra dividido en parcelas, en las cuales los propietarios desarrollan sus actividades agrícolas y ganaderas, estas parcelas fueron compradas o agarradas por los propietarios actuales, la mayoría de estas no tienen escrituras pero actualmente el Catastro y la municipalidad de Dolores están iniciando conjuntamente con el COCODE el proceso de la legalización de estas tierras (Lainfiesta, 2005).

1.5.2 Priorización del problema

Se encontró una serie de problemas de tipo agrícola, ganadero y de aspectos socioeconómicos. Entre las necesidades y problemas tenemos:

1.5.2.1 Problemas agrícolas

No existe una adecuada asesoría técnica agrícola, por lo cual no se realiza un manejo agronómico adecuado, principalmente en prácticas como la fertilización de cultivos que poseen, en donde el principal es el pasto, por ser este el que sirve de alimento para el ganado (Lainfiesta, 2005).

1.5.2.2 Problemas en la ganadería

Los principales problemas que se encontraron en la ganadería son la falta de registro de producción de leche. Y registro en la disponibilidad de pasto en cada época del año para establecer una adecuada carga animal, dentro de los potreros dedicados al pastoreo de animales.

1.5.2.3 Problemas socioeconómicos

En la comunidad se tiene problemas con el manejo agronómico de sus cultivos por falta de apoyo profesional que capacite a las personas para que fertilicen y que esta fertilización tenga como resultado positivo, una mayor producción de leche y genere mayor ingreso económico por venta de mas producto (leche), en las familias que practican la ganadería.

1.5.3 Árbol de problemas

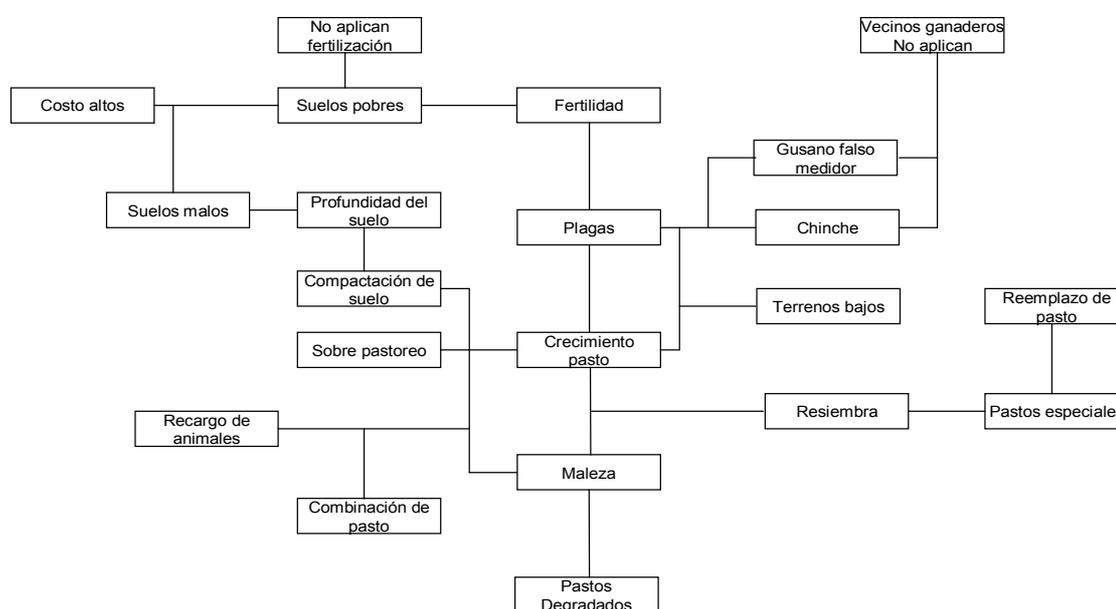


Figura 3. Árbol de problemas en la comunidad Santa Rosita

Como se puede observar en el árbol de problemas existen varios problemas que ocasionan que los pastos se encuentren en condiciones de degradación y entre estos esta la baja fertilidad de los suelos, pero como se observo en el análisis de los problemas agrícolas, el cual se agrava por la no fertilización de los pastos. Observando esta problemática se plantea la investigación incluida en este documento, como una alternativa para la fertilización de pastos en la comunidad.

1.6 Conclusiones y Recomendaciones

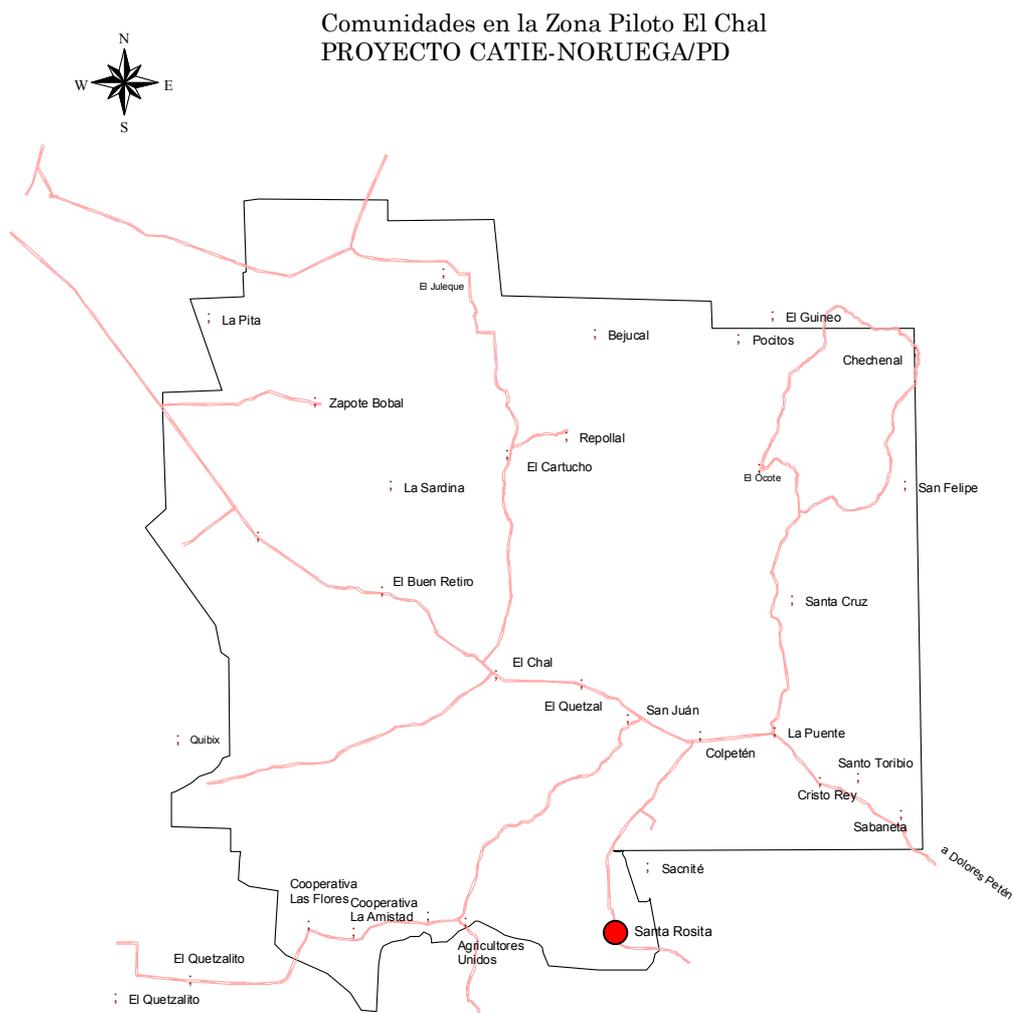
- Santa Rosita es una comunidad que se estableció después del conflicto armado que se vivió en los años 80. La comunidad a sobresalido por la ayuda de las organizaciones que se han conformado dentro de la comunidad, como es el COCODE, el cual ha brindado ayuda a los pobladores de la comunidad, en el sentido de tratar de obtener servicios como es el agua potable y el servicio de energía eléctrica.
- Otra forma de obtener ingresos es por medio de la producción ganadera, en donde venden leche y ganado. Esto ha acarreado problemas por el mal manejo que se le proporciona a los pastos dentro de los potreros, en donde existen problemas de maleza y plagas.
- Este diagnóstico realizado indica que la comunidad cuenta con una serie de problemas; agrícolas, ganaderos y socioeconómicos. Los problemas encontrados, sirvieron de base para el planteamiento o selección de los servicios, de entre los cuales se mencionan los siguientes puntos: fertilizaciones, registro de producción lechera, estimación de la disponibilidad de biomasa y la diversificación de prácticas de manejo de los subproductos de la ganadería.

1.7 Bibliografía

1. Ardon, C. 2005. Árbol de problemas: reunión con los productores ganaderos de Santa Rosita, Dolores, Petén, Guatemala. Petén, Guatemala, s.p.
2. Centro de Salud El chal, santa Ana, Petén, GT. 2007. Base de datos poblacional (Excel). Petén, Guatemala.
3. INSIVUMEH (instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2007. Hojas de registro de datos de la estación meteorológica 11014, tipo A, ubicada en Flores, Petén. Guatemala.
4. Lainfiesta, J. 2005. Encuesta a productores ganaderos de Santa Rosita, Dolores, Petén, Guatemala. Dolores, Petén, Guatemala, CATIE/NORUEGA: Pastos Degradados. s.p.
5. Puesto de Salud de Colpetén, Dolores, Petén, GT. 2007 Hojas de registro sobre natalidad y mortalidad de la población de la comunidad de Santa Rosita, dolores Petén, Guatemala. Santa Rosita, Dolores, Petén, Guatemala.
6. Solares, A. 2007. Conociendo Santa Rosita, Dolores, Petén, Guatemala (entrevista). Santa Rosita, Dolores, Petén, Guatemala.
7. MAGA (Ministerio de Agricultura, ganadería y Alimentación, GT). 2001. Sistema de información geográfica, departamento de Petén (en línea). Guatemala. Consultado 25 Ago. 2005. Disponible en <http://200.12.49.225/sig/Index.htm>.
8. Lainfiesta Martínez, JJ. 2006. Evaluación del efecto de la fertilización con N, P, K, S sobre la producción de biomasa de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, en la comunidad de Santa Rosita, Colpetén, Municipio de Dolores, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 133 p.

1.8 Anexo

Anexo 1. Ubicación de Santa Rosita, Zona Piloto El Chal



**DESARROLLO PARTICIPATIVO
DE ALTERNATIVAS USOS SOSTENIBLES DE LA TIERRA
EN AREAS DE PASTURAS DEGRADADAS
DE CENTRO AMERICA**



Centro Centroamericano de Investigación y Tecnología Agropecuaria



NORWEGIAN MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS

Anexo 2. Encuesta realizada a los productores de ganado de Santa Rosita

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)
 Proyecto CATIE/NORUEGA – Pasturas Degradadas

Fecha: ____ Agosto, 2007.

Información general

1. Nombre:

2. Edad: _____

3. Lugar donde vive: Finca ____ Fuera de la finca ____

3.1. Si no vive en la finca: Comunidad ____ Aldea ____ Otro ____

4. Nombre de lugar donde vive: _____

5. Fuentes de ingreso: Ganadería ____ Negocio ____ Ambos ____

Trabajo asalariado ____ Otros _____

5.1. Cual es su principal fuente de ingreso: Ganadería ____ Negocio ____

Ambos ____ Trabajo asalariado ____ Otros _____

Si la ganadería no es su principal fuente de ingreso, que lugar ocuparía:

Segundo ____ Tercero ____ Otro _____

Cuanto de su presupuesto familiar viene de la ganadería (%): _____

Datos generales de la finca

6. Nombre de la finca:

7. Usted de la finca es: Propietario ____ Administrador ____ Otro

8. Cual es el tipo de tenencia de la tierra: Propia ____ Alquilada ____ Otro

8.1. Si alquila, cuanto paga al año: _____

9. Cómo adquirió la finca: Compra ____ Herencia ____ Otros

10. Tamaño de la finca (mz ó ha): _____

11. Tiene otras fincas ó parcelas: Si ____ No ____ Cuántas _____

11.1. Cuál es el área de total de esas: _____

11. Cuántos potreros tiene en su finca: _____

12. Cuáles son las especies forrajeras (entre gramíneas y leguminosas) de su finca:

13. Que especie(s) nueva(s) forrajera quisiera cultivar en su finca:

Componente ganadero

12. Cuántas cabezas de ganado tiene en su finca: _____

12.1. Cuántos toros: _____

12.2. Cuántas vacas: _____

12.3. Cuántos novillos: _____

13. Cuál es la actividad bovina en su finca: Lechería ___ Engorde ___ Cría ___

Desarrollo ___ Doble propósito ___

Manejo alimenticio

14. Realiza algún control de maleza en los potreros: Si ___ No ___

15. Cuál es el método que utiliza para desmalezar: Manual ___ Mecánico ___

Químico ___ Mixto ___ Quema ___

16. Si usa herbicida, que cantidad aplica: _____

17. Abona/fertiliza su pasto: Si ___ No ___

18. Que tipo de fertilización realiza: Químico ___ Orgánico ___ Mixto ___

19. Si fertiliza, que cantidad aplica y cada cuando aplica:

20. Realiza control de plagas y enfermedades en su potrero: Si ___ No ___

21. Cual es la plaga más frecuente en su pasto:

22. Tipo de plaguicida que aplica: Químico ___ Orgánico ___ Mixto ___

23. Que cantidad de plaguicida aplica: _____

24. Que sistema de pastoreo usa: Continuo ____ Rotacional ____

25. Si usa pastoreo rotacional, número de días de ocupación:

26. Cuántos días deja descansar su pasto después de un pastoreo:

27. Que otro tipo de alimento le da su ganado: Sal común ____ Sal mineralizada ____

Concentrado ____ Ensilaje ____ Otros _____

Fuente de agua

28. Que fuentes de agua tiene: Aguada ____ Río o quebrada temporal ____

Río o quebrada permanente ____ Pozo ____ Pilas ____ Otros _____

29. Cuántas fuentes de agua tiene en la finca durante la época lluviosa: _____

29.1. Que clase es: _____

30. Cuántas fuentes de agua tiene en la finca durante la época seca: _____

30.1. Que clase es: _____

31. En que mes se secan la mayoría de sus fuentes de agua:

CAPITULO II. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON CUATRO NIVELES DE NITRÓGENO SOBRE LA BIOMASA Y PROTEÍNA CRUDA EN *Bracharia brizantha* CV. MARANDÚ, EN SANTA ROSITA, DOLORES, PETÉN.

EFFECT OF THE FERTILIZATION WITH FOUR LEVELS OF NITROGEN ON THE BIOMASS AND CRUDE PROTEIN OF *Bracharia brizantha* CV. MARANDU, IN SANTA ROSITA, DOLORES, PETÈN

2.1 PRESENTACIÓN

Entre las actividades productivas llevadas a cabo en la región del departamento de Petén, se tiene a la ganadería, la cual representa uno de los principales ingresos económicos de sus habitantes, abarcando gran parte del territorio. Esta actividad se caracteriza principalmente por la utilización de pastos para dar sustento diario al ganado, sin embargo aproximadamente el 70% de pasturas presentes en la región se encuentran en niveles de degradación moderada a severa, lo cual impide dar dicho sustento de forma satisfactoria (CATIE, 2001).

Observando el problema surge el Proyecto de Desarrollo Participativo de Alternativas Sustentables de Uso Para Tierras de Pasturas Degradadas, por parte del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, cuyos objetivos principales son resolver la compleja problemática de la degradación de pasturas, que es un proceso evolutivo de pérdida de: vigor, productividad y capacidad de recuperación natural de las pasturas. Dentro de la zona piloto del proyecto CATIE-NORUEGA/PD, en el departamento de El Petén, se encuentra la comunidad Santa Rosita, en donde 16 (45%) familias, de una población formada por 36, practica la ganadería de ganado vacuno, representando dicha actividad el 90% de ingreso económico de las mismas (Lainfiesta, 2006).

Para lograr los objetivos principales del proyecto y en apoyo a solucionar los principales problemas que afrontan las familias ganaderas de esta comunidad, respecto a la crianza de ganado, se establecieron varias causas de la degradación de pasturas, entre ellas: el manejo, las condiciones biofísicas donde se practica la ganadería y la fertilidad de los suelos. Se sabe que la fertilización del suelo puede ayudar a mejorar o mantener la producción de forraje del pasto, evitando la baja producción en áreas con baja fertilidad

que provoque que se presionen otras que antes eran dejadas como reserva forestal agravando el problema.

Por otra parte, el ganado necesita que su alimento tenga valor nutricional (proteína) para poder llevar a cabo la producción de leche y crías para lo cual es utilizado. Pero estos requerimientos no son sustentados, como lo explican los productores, debido a la falta de recurso económico, generando una inadecuada provisión de alimento en ciertas épocas del año, uso ineficiente de los potreros resultado del manejo inadecuado de los pastos y la degradación de pasturas por el sobre uso (Ortiz, 2006).

Dentro de las recomendaciones de fertilización para lograr que la provisión de alimento para el ganado sean sustentados, se tiene la aplicación de N como la que mas se realiza en pastos (ASAHI, 2002). Por lo que se buscó una alternativa nitrogenada, generando esta investigación.

Dicha investigación se realizó utilizando un diseño experimental completamente al azar. La unidad experimental fue una parcela de 25m² (5m x 5m) sembrada con pasto de la especie *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Antes del inicio del experimento se colecto una muestra de pasto para determinar la producción de biomasa y el porcentaje de proteína cruda sin la aplicación de fertilizante. En el diseño experimental, se utilizaron cuatro tratamientos (25, 50, 75 y 125 kg N·ha⁻¹) en una aplicación y cuatro repeticiones, dos cortes después de la aplicación de fertilizante y un pastoreo entre cortes. En cada corte se cosechó una sub-muestra, de una parcela efectiva de 4m². De los cortes efectuados, el corte 1 se utilizó para medir el efecto directo del fertilizante y el corte 2, para medir el efecto residual de la aplicación de fertilizante. Las variables de respuesta consideradas fueron la cantidad de biomasa (kg·ha⁻¹) y el porcentaje (%) de proteína cruda.

Para la variable biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) se obtuvo como resultado, un comportamiento en relación ascendente, que a mayor cantidad de nitrógeno por hectárea mayor producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), y para la variable proteína cruda (%) se obtuvo que el porcentaje aumenta 200% en comparación a la muestra de pasto extraída antes del inicio del experimento sin aplicación de N.

Se realizó un análisis económico de los costos en los que se incurre por concepto de fertilización y se concluyó que estos están influenciados por el costo del producto en el mercado, los niveles de aplicación y el número de jornales utilizados para la aplicación; en donde el costo más alto en la fertilización de pasturas por método de "voleo" es el del fertilizante.

Por último se concluye, que bajo las condiciones de esta investigación que la aplicación de los niveles de 25, 50, 75 y 125 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ no presentaron diferencias estadísticamente significativas en la producción de biomasa expresada en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ obteniendo valores de 167.13, 184.44, 282.63 y 304.06 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para el corte 1 y 80.94, 67.19, 103.75 y 133.13 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para el corte 2 respectivamente, pudiendo ser el factor limitante la precipitación con un valor de 44.0mm y en investigaciones realizadas por Lainfiesta (2006) en las cuales se obtiene un aumento de 5 veces más producción de biomasa la precipitación fue de 404.3mm. Para la variable proteína cruda estos niveles de nitrógeno si provocaron una variabilidad, en donde el tratamiento que produjo mayor % proteína fue el N125 ($125 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) con 17.81%.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Características botánicas de las poaceas

Las poaceas es una familia que consta de unos 600 géneros y alrededor de 5,000 especies. Muchas de ellas son la base de la alimentación animal, ya que dominan las pasturas; y del hombre, puesto que a esta familia pertenecen los trigos (*Triticum* spp.), la cebada (*Hordeum vulgare* L.), el arroz (*Oryza sativa* L.), el maíz (*Zea mays* L.), el centeno (*Secale cereale* L.), las avenas (*Avena* spp.) y el resto de los cereales que almacenan en sus frutos gran cantidad de hidratos de carbono (almidón) y en menor proporción grasas y proteínas. Son hierbas perennes o anuales, a menudo provistas de rizoma, no leñosas, monocotiledóneas (Hughes, Heath, Merclafe, 1970).

a) Hojas

Posee hojas alternas, que nacen una de cada nudo, ordenadas en dos hileras, simples, sin estípulas, con la parte inferior en forma de vaina abierta o cerrada que envuelve ampliamente al tallo; lámina por lo común sentada; en la unión entre el limbo y la vaina suele ir una membranita denominada lígula, muy importante para identificar las diferentes especies y géneros (Melgar, 1994).

b) Inflorescencias

Bisexuales y cuentan de un pistilo que posee ovario simple con dos estigmas plumosos y dos, tres o mas estambres con anteras biloculares; estos órganos están protegidos por hojas modificadas denominadas glumas y glumelas (Melgar, 1994).

c) Flores

Pequeñas, completas, dispuestas en espiguillas. Debajo de cada flor hay dos brácteas, la externa es la lemna; la interna, es la palea, que usualmente esta envuelta por la lemna. El pistilo es único y tiene un ovario unilocular, con un óvulo. Generalmente hay

dos estilos, con estigmas plumosos. El periantio consiste en dos o a veces tres pequeñas escamas, llamadas lodículas, localizadas en la base de la flor, dentro de la lemna (Hughes, Heath, Merclafe, 1970).

d) Estambres

Tres muy raramente seis o menos de tres de filamentos delgados, generalmente flácidos, y anteras grandes y exsertas (Hughes, Heath, Merclafe, 1970).

e) Fruto

Es típicamente un cariósipide, comúnmente llamado grano o aquenio; es pequeño, seco indehisciente y monospermo. El fruto puede liberarse o no de las glumas; la forma es variada pero predomina la alargada, mas o menos acanalada o plana en la parte de la sutura carpelar (Melgar, 1994).

2.2.2 Descripción del cultivar utilizado en la investigación *Bracharia brizantha* cv. Marandú

El origen de la *B. brizantha* es originaria de África tropical y se encuentra distribuida en regiones con precipitaciones superiores a los 800 mm/año. Se encuentra ampliamente distribuida en diferentes países tropicales. Pertenece a la familia Poaceas y tribu Paniceae. Es conocida como pasto La Libertad, Marandú o Capimocinde en diferentes países tropicales. El género *Brachiaria* presenta algunas características diferenciales tales como: tallo herbáceo, florece todos los años, presenta flor hermafrodita o masculina con 1 a 3 estambres, y espiga en panícula. Es una especie apomíctica y tetraploide ($2n = 36$) (FAO, LEAD, 2006).

La *B. brizantha* es una especie de crecimiento semierecto, que enraíza muy poco en los nudos, es perenne, crece en macollas vigorosas, con alturas de 0.8 a 1.5 m; presenta rizomas horizontales cortos, duros y curvos. Se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 1800 m de altitud, con precipitaciones que varían desde los 800 hasta los 3500

mm/año. Se desarrolla bien en suelos desde arenosos hasta arcillosos (FAO, LEAD, 2006).

a) Producción de biomasa

En Guapiles Costa Rica, produce alrededor de 4.32 ton/ha de materia seca cada seis semanas. Sus rendimientos de biomasa seca por corte varía entre 600 a 1500 kg·ha⁻¹ durante el verano y entre 1000 a 2300 kg·ha⁻¹ en lluvias cuando se cosecha a intervalos de 5 a 8 semanas; anualmente su producción varía entre 8600 y 11100 kg·ha⁻¹ en el Pie de monte Llanero de Colombia (Giraldo, 1991).

b) Producción de proteína cruda

En rebrotes de 15 – 60 días, se han encontrado fluctuaciones en el contenido de proteína cruda entre 7 y 15%, entre 65 y 72% calcio, entre 0.14 y 0.22% y fósforo entre 0.15 y 0.17 (INTA, 2003).

2.2.3 Relación suelo-planta-animal

El sistema suelo-planta-animal encierra muchas características y funciones de cada uno de los componentes por separado y sus múltiples interacciones. El suelo provee los elementos necesarios para el crecimiento de las plantas, el agua y elementos minerales indispensables en muchos de los casos. Si el nivel de disponibilidad de los elementos indispensables no es suficiente, el crecimiento de las plantas disminuye. Por otro lado, el exceso o elevada disponibilidad de algunos de ellos puede provocar situaciones de fitotoxicidad o de intoxicación en los animales; si el pH de suelo alcanza valores extremos puede afectar directamente el crecimiento de algunos pastos o bien indirectamente, limitando la disponibilidad para la planta de ciertos elementos en el suelo. Finalmente el suelo constituye el medio de sostén físico de las plantas, permitiendo su anclaje por intermedio de sus raíces (Gutiérrez, 1996).

Las plantas se nutren del suelo tomando de él los elementos que emplean en conjunto con la energía solar y el bióxido de carbono del aire, para formar sus tejidos, los que a su vez constituyen la fuente de suministro de nutrimentos para los animales que las consumen. Además, las plantas pueden alterar o cambiar ciertas características físicas del

suelo y actuar como fuente de recursos del mismo, proveyéndole de materia orgánica y de elementos minerales que provienen de las partes aéreas no utilizadas por el animal y de la renovación normal del sistema radical, a través del proceso ordinario de descomposición (Gutiérrez, 1996).

Por su parte, el animal se nutre de las plantas disponibles en el ecosistema pastoril, reflejando en alto grado las condiciones de fertilidad del suelo y las nutricionales de las plantas que consume; también el animal modifica el hábito de crecimiento y otras características de los pastos así como ciertas propiedades físicas y químicas del suelo (Gutiérrez, 1996).

Por lo expuesto, es fácil de comprender que la base fundamental de todo ecosistema pastoril, lo constituye el suelo y sobre el cual actúan los otros componentes. Sin embargo, aun cuando hay bastante información científica disponible a nivel tropical, en nuestro país ésta es escasa (Gutiérrez, 1996).

2.2.4 Importancia de la fertilización en pastos

Es bien conocido que el pasto requiere una adecuada nutrición para su crecimiento. Si se ha mantenido una fertilización adecuada del pasto, aunque se olvide hacer la fertilización en alguna ocasión durante un programa establecido, el pasto va a seguir creciendo aunque no sea de plena forma. Sin embargo, si no se hace la fertilización, o esta es mínima, tanto el pasto como el suelo perderán su reserva de nutrientes. Para tener una producción de pasto estable, es importante que se mantenga un programa de fertilización adecuado (ASAHI, 2002).

Generalmente, el pasto mejorado absorbe y utiliza los nutrientes más efectivamente que el pasto natural. Además, crece más rápidamente y abruma al pasto natural. Sin embargo, si la fertilización no es adecuada, el pasto mejorado pierde superioridad con respecto al pasto natural. Gradualmente, pierde su fuerza y el pasto natural comienza a multiplicarse, el pasto mejorado desaparecerá y la pastura que se formó con tanta inversión se volverá una pastura natural nuevamente, otras veces puede volverse

vegetación secundaria (guamil) o favorece procesos severos de degradación. La fertilización es importante no solamente para aumentar la productividad del pasto, sino por su función también, que de mantener la persistencia del pasto mejorado en la pastura, es decir, para controlar la invasión de malezas (ASAHI, 2002).

2.2.5 Fertilización en pastizales

Esta práctica constituye una herramienta útil en el manejo de praderas, puesto que con su implementación es posible modificar la productividad de los pastos y hasta cierto punto, su calidad. El efecto en las plantas a corto plazo y dependiendo del elemento aplicado, puede ser un efecto residual variable; el nitrógeno hay que aplicarlo con mucha frecuencia y en pequeñas dosis si se quiere un efecto notable, mientras que el fósforo puede ser dosificado hasta por períodos de tres años sin temor a que se pierda o desperdicie. El potasio se encuentra en una situación intermedia (Gutiérrez, 1996).

El efecto más notable de la fertilización en los sistemas de pastoreo se aprecia en la capacidad de carga, pudiéndola en algunos casos triplicar y hasta cuadruplicar. Asimismo, el efecto sobre el comportamiento individual de los animales depende del nivel original de fertilidad del suelo en el cual se ponga en práctica un programa de fertilización: a) si es un suelo de muy baja fertilidad habrá un efecto importante en el mejoramiento de la producción de cada animal; b) de lo contrario, el resultado es muy modesto. Sin embargo, como la fertilización puede modificar la tasa de rebrote y crecimiento de los pastos al acortar los períodos de descanso de los potreros, se tendrá un efecto complementario sobre el comportamiento animal (Gutiérrez, 1996).

El pasto utiliza una gran cantidad de energía para recuperarse después de cada corte. Los fertilizantes le ayudan a recuperarla, actuando de la siguiente forma:

- Promueven el nuevo crecimiento
- Evitan el desgaste
- Ayudan a la recuperación frente a daños por pestes
- Reducen la población de malezas
- Reemplazan los nutrientes perdidos por lixiviación, volatilización y extracción (CENIAP, 2005).

Por otro lado como se reporta en Guatemala, la práctica planificada y sistemática de la fertilización en praderas, es casi inexistente. El productor a veces decide poner cierta cantidad de fertilizante como un paliativo a la situación precaria de sus pastos, pero en la mayor parte de los casos no toma en cuenta la realización del análisis de suelos, los requerimientos nutricionales de la pastura, ni usa la fertilización como una práctica regular (Gutiérrez, 1996).

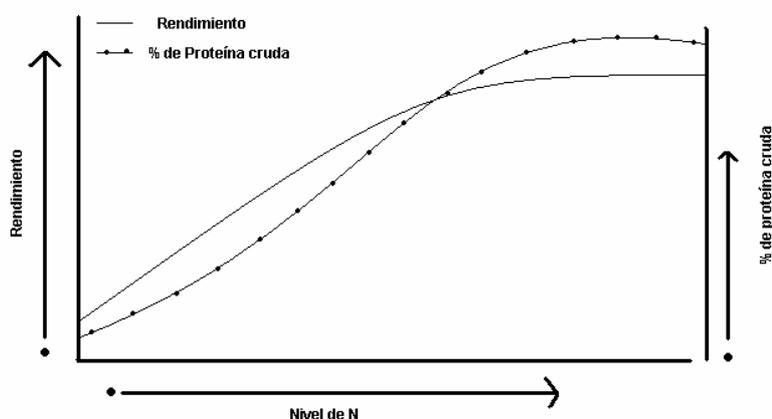
Entre las causas para no establecer un programa de fertilización se encuentran razonamientos empíricos como: “si fertilizo por un tiempo, cuando dejo de hacerlo como que el suelo queda estéril pues la productividad de mis pastos alcanza niveles inferiores a los que tenían antes de haber iniciado con la práctica” (Gutiérrez, 1996). Además la fertilización implica un incremento en los costos de producción tanto para comprar los fertilizantes, como para aplicarlos.

2.2.6 Fertilización nitrogenada

La mayoría de profesionales y ganaderos experimentados reconocen que una adecuada nutrición nitrogenada tiene la mayor importancia en la obtención de una alta producción de materia seca, y en el mantenimiento de la calidad de los pastos tropicales, especialmente en términos de proteína cruda y digestibilidad (Gutiérrez, 1996).

El nitrógeno es el elemento utilizado en mayor cantidad para el crecimiento de los pastos, y el que más fácilmente escasea cuando no se aplica (ASAHI, 2002).

Por otro lado, el efecto de aplicar cada vez dosis mayores de nitrógeno incrementa en forma creciente el rendimiento del pasto hasta una dosis específica, luego los incrementos son decrecientes a niveles mayores, pudiendo llegarse a no obtener respuesta con aplicaciones excesivas (Figura 4) (Gutiérrez, 1996).



Fuente: Gutiérrez, 1996.

Figura 4. Esquema general de la respuesta de un pasto a dosis crecientes de aplicación de nitrógeno

Con aplicación de nitrógeno el contenido de proteína cruda se incrementa menos acentuadamente con dosis menores, sin embargo a niveles intermedios de aplicación aumenta marcadamente. Posteriormente con aplicaciones mayores llega a estabilizarse pues conforme avanza la edad desaparece el efecto benéfico de la fertilización nitrogenada (Figura 4) (Gutiérrez, 1996).

2.2.7 Nutrientes extraídos por diferentes forrajeras

Existen diferentes estudios que especifican los distintos niveles de extracción necesarios para las forrajeras. En el Cuadro 3 se reportan las cantidades de nutrientes extraídos por distintas forrajeras en Puerto Rico.

Cuadro 3. Nutrientes extraídos por diferentes forrajeras en Puerto Rico.

Forrajera	Producción Materia Seca Ton/ha	Nutrientes extraídos en el forraje cosechado Kg/ha/año				
		N	P	K	Ca	Mg
Gigante	28.2	338	72	564	108	71
Guinea	25.8	323	49	407	167	111
Pangola	26.5	335	53	400	122	75
Pará	26.9	344	48	429	129	88
B. ruzi	33.5	342	55	450	153	78
Estrella	28.3	388	65	469	151	54
Calanguero	14.8	232	36	233	63	49
Promedio	26.3	328	54	422	128	75

Fuente: Bernal, 1994.

La cantidad de nutrientes extraídos se obtuvieron en suelos que fueron abonados con 450 kg de N, 73 de P₂O₅ y 450 de K/ha/año, fraccionados en 6 aplicaciones al año. Los cuales se recolectaron cada 60 días (Bernal, 1994).

2.2.8 Respuesta de Brachiarias a la fertilización

Evaluaciones preliminares realizadas en Colombia, mostraron que el *Bracharia brizantha* cv. Mulato incrementa su rendimiento durante la fase de establecimiento de 4.8 a 8.7 t MS/ha, al pasar de una fertilización en kg·ha⁻¹ de 40 N, 20 P, 20 K, 33 Ca, 14 Mg y 10 de S, a 80 N, 50 P, 100 K, 66 Ca, 28.5 Mg y 20 de S en un Oxisol. Así mismo, el índice foliar se incrementó de 3.3 a 5.0 m²·m⁻², y la longitud de las raíces pasó de 0.15 a 0.32 m en plantas cosechadas con 142 días de crecimiento (CIAT, 2000).

No obstante que se reconoce la buena respuesta del *Bracharia brizantha* cv. Mulato a la fertilización, se ha observado que la poaceae pareciera no requerir aplicaciones significativas de N para un buen desarrollo en los primeros meses de crecimiento. Por ejemplo, en condiciones de Pucallpa en Perú (suelo Ultisol con pH 4.4, 1.0% de MO y 2 ppm de P) este pasto tuvo total cobertura del suelo a las 12 semanas después de sembrado independientemente de si había sido o no fertilizado con 150 kg N ·ha⁻¹ y 50 P kg·ha⁻¹. Estas observaciones coinciden con otras realizadas en distintos sitios donde el *Bracharia brizantha* cv. Mulato se ha establecido, y que obviamente está asociado al estado natural de fertilidad del suelo y la reserva de nutrientes que tenga durante la emergencia y crecimiento inicial de las plantas. En condiciones controladas de campo se ha encontrado respuesta significativa del pasto a aplicaciones fraccionadas de N hasta los 100 kg·ha⁻¹; tasas de aplicación por encima de esta dosis y hasta los 300 kg de N·ha⁻¹ no han incrementado los rendimientos en condiciones de El Zamorano en Honduras (CIAT, 2000).

2.2.9 Antecedentes de fertilización en pastos

En estudios realizados por el INTA, se han comparado aplicaciones únicas y múltiples de N en la producción forrajera. Sus resultados se presentan en el Cuadro 4 y demuestran que una aplicación única de nitrato de amonio o urea produjo entre el 80 y el

90 % del resultado obtenido con 4 aplicaciones. Las diferencias fueron consistentes y más favorables al nitrato de amonio, probablemente como resultado de las pérdidas por volatilización de la urea, mostrando además que la partición de las dosis fue más favorable a dosis menores. Además de las productividades más elevadas, las cuatro aplicaciones resultaron en una distribución más uniforme de la producción y del contenido de proteína cruda a lo largo de la estación de crecimiento. La absorción total de N con una única aplicación osciló entre 90 y 95 % de aquella con cuatro aplicaciones (INTA, 2005).

Cuadro 4. Producción anual $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ promedio de 3 años de pasto bermuda con distinto número de aplicaciones de dos fuentes de fertilizantes nitrogenados.

<i>Dosis de N $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$</i>	Nitrato de amonio		Urea	
	<i>Aplicaciones</i>		<i>Aplicaciones</i>	
	1	4	1	4
200	9	11.9	8.1	10.2
400	13.5	16.1	11.9	14.9
600	17.3	19.1	15	16.7

Fuente: INTA, 2005.

Se han evaluado varios fertilizantes nitrogenados en muchas situaciones; no obstante la gran mayoría de los estudios donde se comparan urea y nitrato de amonio indican que en aplicaciones superficiales de urea son probables las pérdidas de N por volatilización. Estas pérdidas son aumentadas en suelos de alto pH, con altas temperaturas y baja capacidad de intercambio y se magnifican a medida que es mayor la cantidad aplicada. Cuando se hidroliza la urea (se disuelve) aumenta el pH del suelo y el amonio se vuelve vulnerable al volatilizarse como amoníaco del carbonato de amonio al dejarse en la superficie. La incorporación o la inyección de urea en el suelo previenen la volatilización (INTA, 2005).

En general se indica que el nitrato de amonio, sulfato de amonio, nitrato de sodio son igualmente efectivos. En muchas situaciones la urea es tan efectiva como éstos, pero muchos estudios indicarían que su eficiencia sería entre 10 y 15 % inferior al nitrato de amonio, variando con los años (INTA, 2005).

2.2.9.1 Fertilizaciones con NPKS

En investigaciones realizadas en Guatemala, específicamente en áreas pertenecientes al departamento de Petén, se pudo observar que no existen diferencias significativas en la aplicación de los distintos elementos ($75 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, $35 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$, $50 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$, $25 \text{ kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$) cuando la precipitación total es de 185.2mm con una temperatura media de 24.4°C concluyen, que no se tiene el conocimiento de que algún nutriente limite la producción de biomasa en el pasto *Brachiaria brizantha* cv. Maradú (Ortiz, 2006).

En otra investigación, al analizar el efecto obtenido de tratamientos con $75 \text{ kgN}\cdot\text{ha}^{-1}$, $35 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$, $50 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$, $25 \text{ kg S}\cdot\text{ha}^{-1}$, se obtuvo que tratamientos con NPK y NPKS lograron mayores resultados en cuanto al aumento de la biomasa en *B. brizantha* cv. Marandú. Y los tratamientos aplicados presentaron una variabilidad sobre el contenido de proteína cruda en el pasto, en el cual la respuesta fue el aumento en un 10% dentro del rango de proteína que presenta el pasto, dando un resultado de nivel medio en el contenido de proteína, entre los tratamientos que incluían Nitrógeno como lo son NP y NPS contando con una precipitación total de 404.3mm (Lainfiesta, 2006).

En otra investigación reportada para pastos, al trabajar en napier con riego, se obtuvo el rendimiento máximo con la aplicación de 300 Kg. de N/ha/año, equivalente a 56.48 toneladas de MS/ha/año; el contenido de proteína cruda fue bajo y estuvo entre 4.8 y 5.0% debido a un intervalo entre cortes bastante largo de nueve semanas (Franco, 1978).

2.2.10 Características y localización geográfica del área de estudio

La comunidad Santa Rosita es jurisdicción del municipio de Dolores, departamento de Petén. Se encuentra localizada dentro de las coordenadas latitud norte $89^{\circ}60'66.1''$ y longitud oeste $16^{\circ}55'43.9''$ (Lainfiesta 2006, MAGA 2001).

Para llegar a la comunidad se recorren 67 Km. de la cabecera departamental Ciudad de Flores y 40 Km. de la cabecera municipal Dolores. El acceso que hay hacia la

comunidad luego de dejar la carretera asfaltada es por carretera balastrada, la cual se encuentra en condiciones regulares (Lainfiesta, 2006). La finca donde se llevó a cabo el estudio se encuentra en el camino de acceso a Santa Rosita a una distancia de 1.5 Km. de la misma y aproximadamente a 65.5 Km. de distancia de Ciudad de Flores.

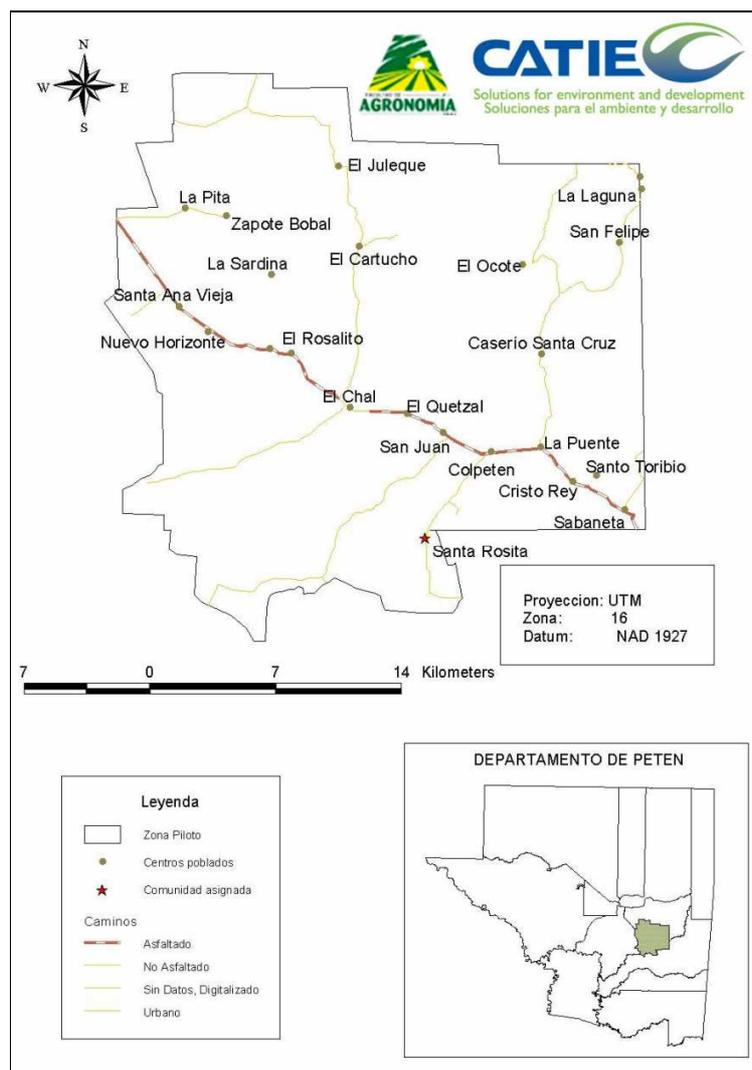


Figura 5. Ubicación de la zona piloto proyecto CATIE-Noruega límites y colindancias

La finca propiedad del Sr. Álvaro Solares colinda con áreas utilizadas para las actividades ganaderas, entre las colindancias están finca de Augusto Girón hacia el sur, finca de Mendoza al norte, carretera de terracería al este y finca de Concepción García hacia el oeste.

2.2.10.1 Extensión

El área total del casco de la Comunidad Santa Rosita es de 37.4 ha. La finca de don Álvaro Solares donde se llevó a cabo la investigación, posee una extensión de 103.3 ha todas sembradas con pasturas compuestas por poaceas y mimosaceae (Ver Figura 6). Entre las gramíneas presente se pueden mencionar: *B. brizantha* y *Cynodon plectostachyus*; mientras que la mimosaceae más importante es *Leucaena leucocephala*. De las tres pasturas mencionadas anteriormente la *B. brizantha* cv. Marandú tiene ocho años de establecimiento y tres años de división de potreros por cerca eléctrica, la cual consistió que el área total de la finca si dividiera en 12 potreros de diferente área.

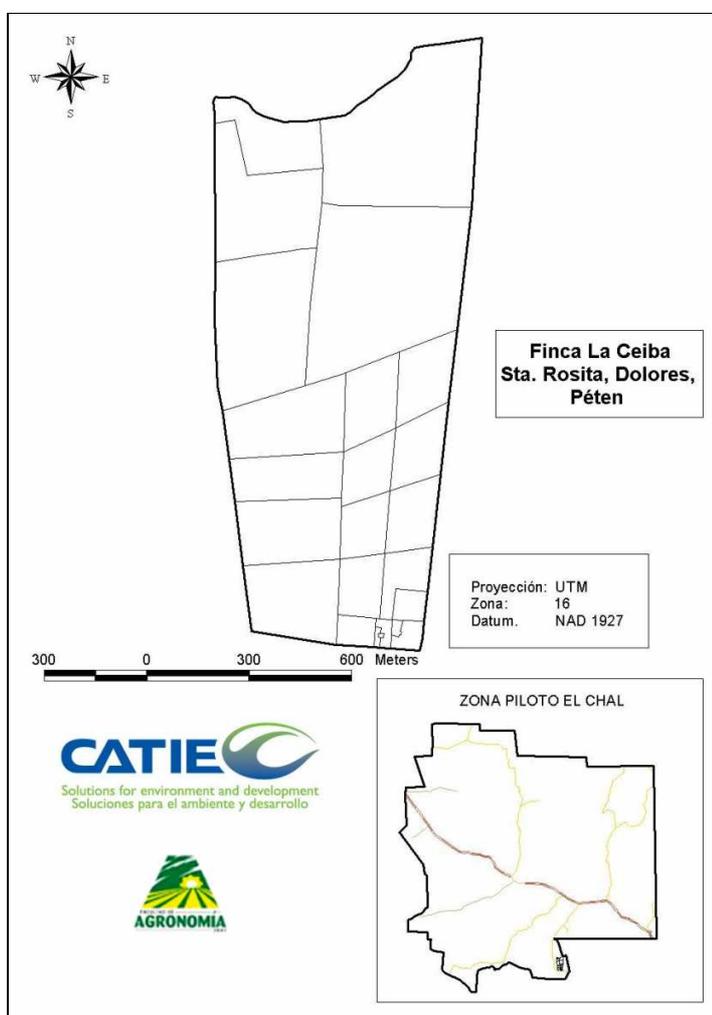


Figura 6. Ubicación de la de finca experimental, Santa Rosita, Dolores, Petén

2.2.10.2 Zona de vida

La zona de vida para el área de estudio es Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) según el sistema de información geográfica del MAGA. Dicha zona es la que predomina en el departamento de Petén (MAGA, 2001). La misma comprende una extensión de 1,394,161.96 ha, lo que representa al 38% del territorio de Petén (Lainfiesta, 2006).

2.2.10.3 Condiciones climáticas

La comunidad Santa Rosita, lugar de asignación de la investigación, se encuentra a una altitud de 239 msnm, precipitación pluvial aproximadamente 1,420 mm anuales, con temperatura media de 26°C, con una máxima de 29°C y una mínima de 22°C y humedad relativa media anual de 80%, con una máxima de 85% y una mínima de 70% (Lainfiesta, 2006).

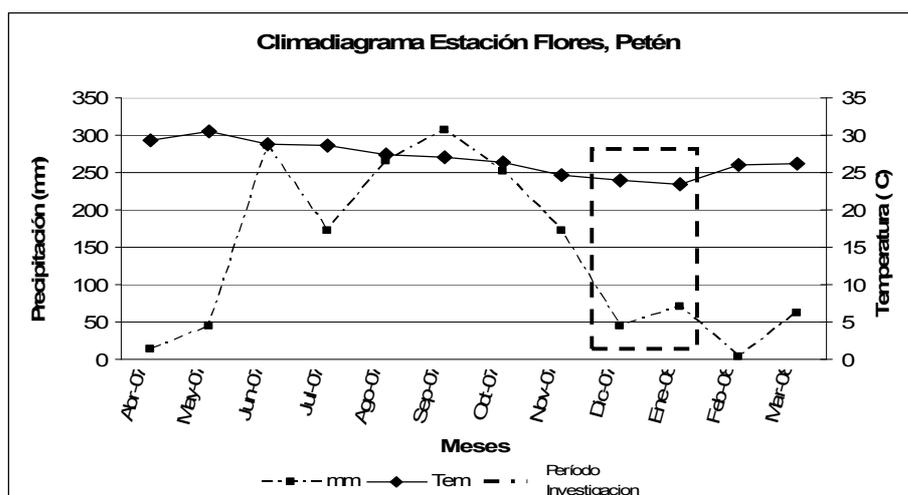


Figura 7. Climadiagrama para el departamento de Petén, Guatemala.

Como se puede observar en la Figura 7, la temporada de lluvias se presentó para el departamento de Petén entre los meses de junio a noviembre, con la mayor precipitación en el mes de septiembre (306.8 mm) seguido por el mes de junio (285.7 mm), y la temporada seca comprende los meses de diciembre a mayo con la menor precipitación en el mes de febrero (3 mm) seguido por el mes de abril (13 mm), temporada en la cual los pastos sufren una disminución en la producción de biomasa bastante notoria debido a la escasa precipitación según explican los productores, que los obliga a utilizar otras áreas que normalmente no son utilizadas para el pastoreo de animales.

2.2.10.4 Fisiografía

La región fisiográfica para esta zona corresponde al Cinturón Plegado del Lacandón. El micro relieve que hay en el área experimental es plano con pequeñas colinas u ondulaciones en los potreros uno y ocho (Lainiesta, 2006).

2.2.10.5 Geología y suelo

Según Simmons, los suelos para esta área se remontan al período Cretácico-Terciario formada por roca caliza. Los suelos para esta zona poseen profundidades delgadas y bien drenadas pertenecientes a la serie Cuxú (Cx), con una coloración café a negra (Simmons, 1956).

Según Lainiesta (2006), la profundidad efectiva de los suelos de la finca La Ceiba se encuentran entre 0.15 a 0.20 m.

2.2.10.6 Análisis de suelo

El análisis de suelos se realizó en el laboratorio de análisis de suelos, plantas y agua de la Asociación Nacional de Caficultores (ANALAB), el cual indica la disponibilidad de los nutrientes en el suelo. En el Cuadro 5 se muestra el análisis de suelo de la finca donde se realizó la investigación.

Cuadro 5. Análisis de suelo efectuado a los suelos de la Finca la Ceiba, Santa Rosita, Dolores, Petén

	mg / L	*/Cmol (+) / L				
pH	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Aluminio	Acidez Intercam.
[6.80 - 7.60]	[10 - 20]	[0.20 - 0.60]	[4 - 20]	[1 - 5]	[0.00 - 1.30]	[0.50 - 1.50]
6.20	5.70	0.18	10.03	2.24	0.02	0.03

* Céntimoles (+) / litro

*mg / L				%	mg / L
Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	Materia Orgánica	Azufre
[2 - 20]	[10 - 100]	[5 - 50]	[2 - 10]	[3 - 6]	[10 - 100]
5.50	28.00	13.00	0.90	4.37	16.40

*miligramos / litro

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas y agua de ANACAFE

El Cuadro 5 indica que se tiene un suelo con pH ligeramente ácido por lo que se esperan interferencias mínimas en la absorción de los nutrientes esenciales. Asimismo, no se aprecia riesgo de toxicidad por aluminio. Los niveles contenidos de las bases Ca, Mg se encuentran en un nivel medio en disponibilidad para la planta, para el desarrollo de los cultivos.

2.3 HIPOTESIS

El pasto *Bracharia brizantha* cv. Marandú, aumenta su producción de biomasa y el contenido de proteína cruda al aplicársele los diferentes niveles de nitrógeno.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de cuatro niveles de fertilización nitrogenada en la producción de biomasa y proteína cruda del pasto *Bracharia brizantha* CV. Marandú.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el nivel de nitrógeno que produzca la mayor cantidad de biomasa ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en dos cortes en época seca.
- Determinar el nivel de nitrógeno que produzca el mayor porcentaje de proteína cruda en dos cortes en época seca.
- Realizar un análisis económico en concepto de fertilización por unidad de área.

2.5 METODOLOGÍA

Antes del inicio del experimento se realizó un muestreo de suelos, se colectó una muestra de pasto para determinar la producción de biomasa y el porcentaje de proteína cruda sin la aplicación de fertilizante.

2.5.1 Establecimiento

El experimento se realizó por medio de un diseño experimental completamente al azar, ya que no se apreciaron condiciones heterogéneas que pudieran afectar los resultados. La unidad experimental fue una parcela de 25m² (5m por lado) sembrada con pasto de la especie *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Se utilizaron cuatro niveles de nitrógeno (25, 50, 75 y 125 kg N·ha⁻¹) como tratamientos, con cuatro repeticiones, obteniendo un total de 16 unidades experimentales, se efectuó una aplicación de los tratamientos y dos cortes, con un pastoreo entre cada corte. En cada corte se cosechó una sub-muestra, de una parcela efectiva de 4m² dejando un borde de 1.5 m por lado como se muestra en la Figura 8.

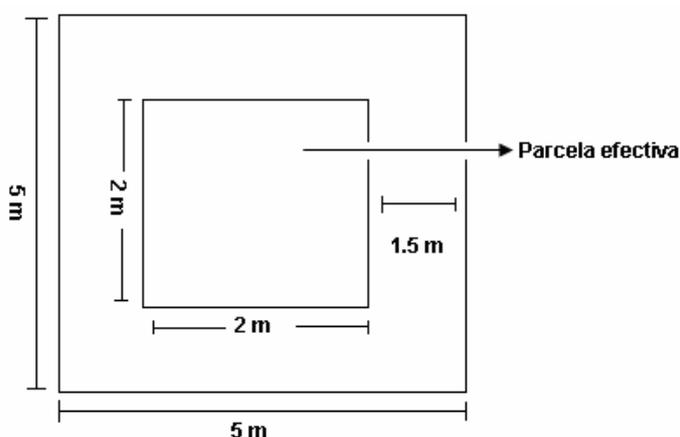


Figura 8. Parcela efectiva donde se tomó la muestra en la parcela experimental

De los cortes que efectuados, el corte 1 se utilizó para medir el efecto directo del fertilizante y el corte 2, para medir el efecto residual de la aplicación de fertilizante, con intervalos de: corte 1 realizado 30 días después de la aplicación de los tratamientos (niveles de N) y corte 2, 30 días después del corte 1, respectivamente. Las variables de

respuesta consideradas fueron la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y el porcentaje (%) de proteína cruda. Los tratamientos evaluados se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Niveles de N evaluados.

Tratamiento	Concentración de Nitrógeno ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Repeticiones (parcelas)
1	125	4
2	75	4
3	50	4
4	25	4
Total		16

2.5.2 Manejo parcela experimental

Se trabajó en un potrero de *Bracharia brizantha* cv. Marandú en la comunidad Santa Rosita, en la finca La Ceiba propiedad del señor Álvaro Solares que no había sido fertilizado, para evitar posibles efectos residuales de fertilizaciones anteriores (Ver Figura 9). Para evitar problemas de heterogeneidad de las cepas de pasto se delimitaron las parcelas de 25m^2 marcando las esquinas con estacas de madera, para después proceder a efectuar una chapia y eliminar las malezas presentes.

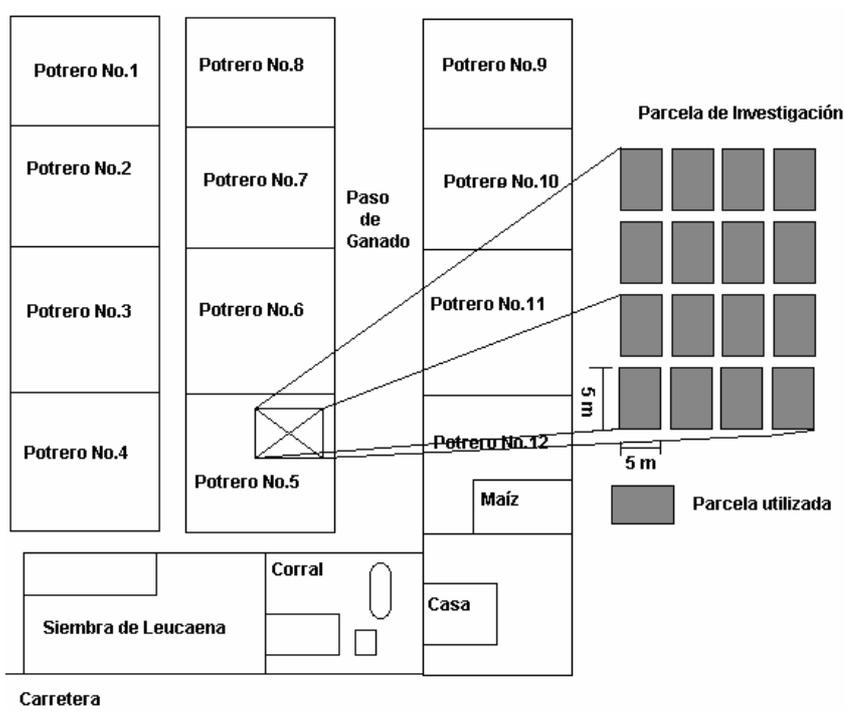


Figura 9. Croquis de finca y parcela experimental

a) Homogenización

Se ingresó el ganado a pastorear, por un tiempo de dos días y un día después de que el ganado abandonara el potrero se homogenizó la altura del pasto a 0.25m., se realizó con machete, dejando el material cortado en las parcelas. Para garantizar que la altura fuese la correcta se utilizó un marco de 1m² con bases fijas a la altura de la homogenización (0.25m), repitiendo el proceso por todas las unidades de muestreo. La cantidad de cabezas de ganado que ingresó a pastorear fue de 50 reses constantes en el tiempo en que se realizó la investigación.

b) Muestreo de suelos

Se realizó un muestreo de suelos para indicar la cantidad y disponibilidad de los minerales en el suelo, el mismo día de homogenización. Dicha muestra fue enviada a laboratorio para su posterior análisis.

c) Muestra de pasto

Se realizó el corte de 25 sub-muestras de pasto para conformar una muestra consolidada determinando la producción de biomasa y posteriormente fue enviada a laboratorio para determinar el porcentaje de proteína cruda (pPC) sin la aplicación de fertilizante.

d) Fertilización

Se realizó la aplicación de los tratamientos, en cada una de las unidades experimentales correspondientes, después de haber efectuado el muestreo de suelos. Para lo cual se contaba con la dosis total separada en dos porciones; 1) para la parcela efectiva y 2) para el resto de la unidad experimental, esto con el fin de que la distribución del fertilizante fuese lo más uniforme posible.

e) Corte 1

Un día antes del segundo pastoreo, 30 días después de la fertilización, se realizó la cosecha, se determinó el peso húmedo en campo y se seco en horno a 60°C por 48 horas para obtener el peso seco. Posteriormente cada sub-muestra fue enviada a laboratorio

para determinar el porcentaje de proteína cruda contenida, del pasto con la aplicación de los tratamientos. Esta estimación se realizó en toda el área experimental en parcelas efectivas de 2 m por 2 m dejando un borde de 1.5 m, correspondientes al espacio que ocuparan todas las unidades experimentales, planteadas con anterioridad, incluyendo el corte de una muestra de pasto sin la aplicación de fertilizante con una parcela efectiva del mismo tamaño que las unidades experimentales (Ver Figura 8).

Al siguiente día del corte 1 se ingreso nuevamente el ganado a pastorear por dos días.

f) Corte 2

A los 30 días después del segundo pastoreo, tiempo de descanso del potrero, se cosecharon todas las unidades experimentales, incluyendo el corte de una muestra de pasto sin la aplicación de fertilizante con una parcela efectiva del mismo tamaño que las unidades experimentales. Se determino el peso húmedo en campo de cada sub-muestra y se secaron en horno a 60°C por 48 horas para obtener el peso seco de las mismas. Posteriormente fueron enviadas al laboratorio para determinar el porcentaje de proteína cruda contenida.

2.5.3 Análisis de datos

2.5.3.1 Análisis de la información

a) Modelo Estadístico

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

- Y_{ij} = producción de biomasa ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)
- μ = Media de producción de biomasa en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú
- t_i = efecto del i-ésimo nivel de fertilización nitrogenada
- ε_{ij} = Error experimental

b) Hipótesis Estadísticas

- Ho.= La producción de biomasa en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú no es afectada por los niveles de fertilización nitrogenada.
- Ha.= La producción de biomasa en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú, es afectada por al menos uno de los niveles de fertilización.

c) Supuestos

- Los errores son independientes.
- Los errores tienen una distribución normal.
- Hay homogeneidad entre las varianzas de los tratamientos.

2.5.3.2 Variables de respuesta

a) Biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Para la medición de biomasa en cada corte se determino el peso de la muestra en húmedo en campo. Esta se secó en horno a 60°C por 48 horas, tiempo en el cual el peso de la muestra quedo constante. Con los resultados obtenidos se obtuvo el rendimiento de biomasa, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} &(\text{Peso seco}/\text{Peso húmedo}) \times 100 = \% \text{MS} \\ &(\% \text{MS} \times \text{Peso húmedo}) / 4 = \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1} \quad (1) \end{aligned}$$

A los datos obtenidos se les practicó un análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia y una análisis de regresión, el análisis de varianza para determinar si existía diferencias significativas en la respuesta a la aplicación de tratamientos y cual tratamiento tiene el efecto más alto sobre el aumento de producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Y el análisis de regresión para determinar el modelo y los parámetros de aplicación de fertilización nitrogenada en la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú.

¹ $\text{m}^2/\text{g} = \text{kg}/\text{ha}$: $(1 \text{ ha}/10000 \text{ m}^2)(1000\text{g}/1\text{kg})(\% \text{MS}/100)$

b) Porcentaje de proteína cruda (pPC) y rendimiento de proteína cruda (rPC)

La cantidad de proteína contenida en el pasto, se obtuvo por el método Kjeldahl, para determinar el nitrógeno total.

El porcentaje de proteína cruda (pPC) y el rendimiento de proteína cruda (rPC) se obtuvieron de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{pPC} &= \% \text{ Nitrógeno Total} \times 6.25^2 \\ \text{rPC} &= (\text{pPC} \times \text{biomasa kg} \cdot \text{ha}^{-1(3)}) / 100 \end{aligned}$$

Para el porcentaje de proteína cruda (pPC) y el rendimiento de proteína cruda (rPC), se realizó un análisis en donde se compararán las 25 sub-muestras consolidadas de la muestra sin fertilizante colectada antes del inicio del experimento, con las del corte 1 y corte 2.

c) Análisis económico

El análisis económico consistió en determinar los costos incurridos en conceptos de fertilización por unidad de área, estos se obtuvieron en quetzales por hectárea ($\text{Q} \cdot \text{ha}^{-1}$), en donde se tomo el área de una unidad experimental que correspondía a 25m^2 (5m por lado), y la cantidad de fertilizante aplicado, transformándolo a hectáreas de la siguiente manera:

$$(\text{Cantidad aplicada} / \text{Área de aplicación}) \times 10 = \text{kg aplicados} / \text{ha}^4$$

Posteriormente, se calculó el costo de la aplicación de producto en quetzales por hectárea ($\text{Q} \cdot \text{ha}^{-1}$), reportando los precios del día de compra del producto (Nitrato de Amonio) y tomando en cuenta el costo de la aplicación (jornales), de la siguiente manera:

$$(\text{Precio Fertilizante en kg} \times \text{kg aplicados por hectárea}) + (\text{Jornales/ha}) = \text{Q} \cdot \text{ha}^{-1}$$

² 6.25 = Constante que transfiere el Nitrógeno Total a Proteína Cruda

³ $\text{g/m}^2 = \text{kg/ha}$: $(1 \text{ ha} / 10000 \text{ m}^2) (1000\text{g}/1\text{kg})(\% \text{MS}/100)$

⁴ $\text{kg} / \text{ha} = ((\text{g}/25\text{m}^2)(10000\text{m}^2/1 \text{ ha})(1 \text{ kg}/10000\text{g}))$

2.6 RESULTADOS

Los efectos de las dosis aplicadas en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú, se analizaron a nivel de producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y porcentaje de proteína cruda (pPC) y el rendimiento de proteína cruda (rPC).

Como se menciona en la metodología, se realizó el corte 1 en el mes de diciembre 2007 con la aplicación de los tratamientos anteriormente descritos, para medir el efecto directo de la aplicación de fertilizante y el corte 2 en el mes de enero 2008 para medir el efecto residual del fertilizante. Cabe mencionar que los cortes tienen fluctuaciones de los factores, temperatura y precipitación (Ver Figura 10).

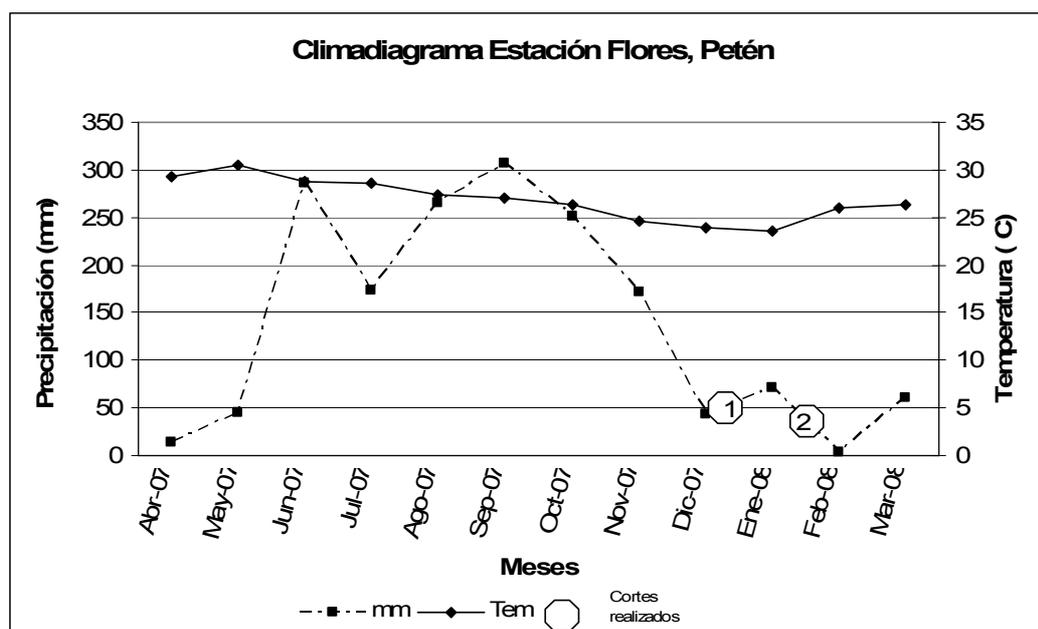


Figura 10. Fluctuaciones climáticas durante la investigación.

2.6.1 Biomasa (expresada en materia seca)

Con los resultados obtenidos (Cuadro 17A) se obtuvo la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

2.6.1.1 Corte 1

Los valores de producción biomasa para dicho corte en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ se observan en el Cuadro 17A, los cuales se utilizaron para realizar el análisis de varianza (ANDEVA). La producción promedio de este corte fue de $234.56 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Cuadro 7. Resultados análisis de varianza de la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el corte 1 del pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Fuente de de variación	(G.L.)Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr
Tratamientos	3	56802.34	18934.11	2.52	0.10
Error	12	90318.84	7526.57		
Total	15	147121.18			

C.V.=36.99%

El Cuadro 7 correspondiente al análisis de varianza del corte 1 con tratamiento muestra un valor para Pr de 0.10, el cual es mayor al 0.05 de significancia, concluyendo que no existe evidencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados para rechazar la hipótesis nula (H_0) en dicho corte.

Con los resultados obtenidos de las medias de producción de biomasa para cada tratamiento (Cuadro 8) se observa, en el corte 1 con tratamiento, una respuesta ascendente según el nivel de nitrógeno aplicado, que a mayor dosis de aplicación mayor producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Cuadro 8. Medias obtenidas de producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el corte 1 del pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Tratamiento	Media ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
N125	304.06
N75	282.63
N50	184.44
N25	167.13

Con base a las medias obtenidas (Cuadro 8) se encontró que el tratamiento N125, fue el que obtuvo la mayor cantidad de producción de biomasa ($304.06 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

comparado con el resto de los tratamientos. Y comparando los tratamientos (N125, N75, N50, N25) con aplicación de fertilizante, con una muestra colectada sin aplicación de fertilizante (Cuadro 17A), es evidente la respuesta a la aplicación de nitrógeno en la producción de biomasa, ya que este tratamiento, logra una producción de $22.5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Cuadro 8). Como concluye Lainfiesta (2006), en investigaciones con la misma poaceae y una precipitación de 404.3mm, la aplicación de fertilizante resulta en un incremento de aproximadamente 5 veces más producción que cuando no existe aplicación de este, y que el mayor incremento de biomasa se da en tratamientos que presenten nitrógeno (NPK, NPKS, NKS), pero esta producción de biomasa en la presente investigación no es más amplia debido a la época de aplicación de los tratamientos, en donde disminuye la precipitación a 44.0 mm en el mes de diciembre (Figura 10), provocando que no exista disponibilidad de nitrógeno en el suelo, lo cual resulta en una pérdida de la eficiencia en el aprovechamiento de este.

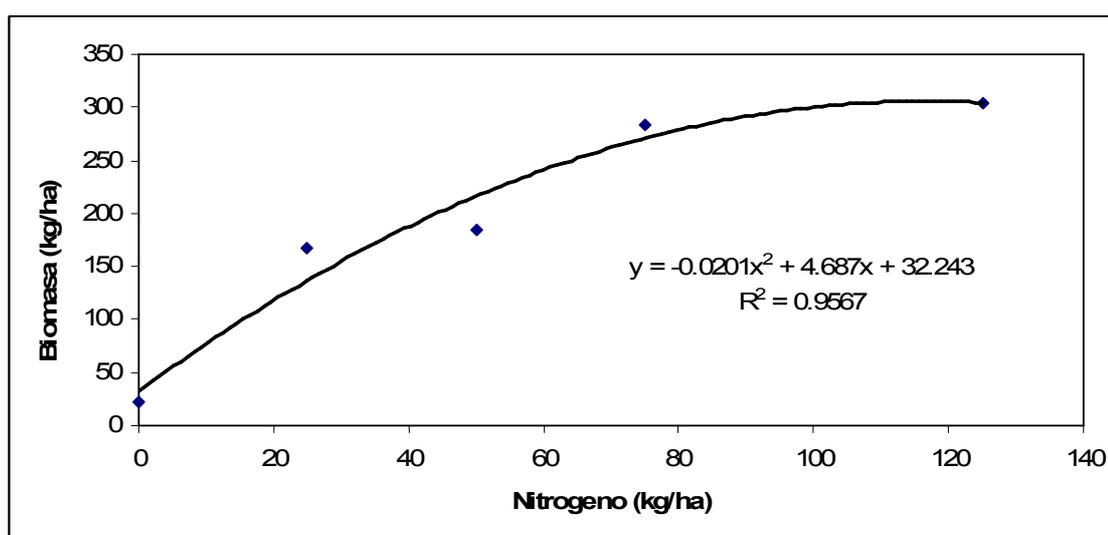


Figura 11. Relación entre aplicación de niveles de N $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el corte 1 en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Como se puede observar en la Figura 11, el análisis de regresión calcula un coeficiente de determinación $R^2 = 0.95$, indicando que el modelo $Y_i = -0.0201x^2 + 4.687x + 32.243$, se ajusta un 95% a los datos. Siendo $\beta_0 = 32.24$, el coeficiente de posición o intercepto, el cual representa la ubicación en que la recta corta el eje "y", o el valor que

asume la variable “y” cuando la variable “x”=0, dicho en otras palabras, la producción de biomasa del pasto al no existir aplicación de fertilizante.

En la grafica de la Figura 11, existe una relación directa entre el nitrógeno aplicado ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el pasto, en donde a más nitrógeno aplicado existe una mayor producción de biomasa por efecto directo del fertilizante, pero a mayor incremento de nitrógeno ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) la eficiencia de este disminuye pudiendo llegar a un nivel al cual mantenga la misma producción o esta tenga una disminución no importando si se aplica más nitrógeno ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

2.6.1.2 Corte 2

Este corte se realizó en el mes de enero 2008, para evaluar las reacciones residuales de los tratamientos, los valores de la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) se muestran en el Cuadro 17A. Para dicho corte la producción de biomasa promedio fue de $96.25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Cuadro 19A), donde se puede observar una disminución en la producción de biomasa comparada a la media del corte 1 con tratamiento ($234.56 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), esto puede ser atribuido al mes en donde se realizo el corte, el cual reporta una precipitación de 71.1mm como se observa en la Figura 10.

El Cuadro 9 muestra los resultados del análisis de varianza realizado a la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el corte 2 con tratamiento.

Cuadro 9. Resultados análisis de varianza de producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el corte 2 del pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Fuente de variación	(G.L.)Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr
Tratamientos	3	9980.46	3326.82	1.07	0.39
Error	12	37441.40	3120.11		
Total	15	47421.87			

C.V.= 58.03%

El Cuadro 9 correspondiente al análisis de varianza del corte 2 con tratamiento muestra un valor para Pr de 0.3998, el cual es mayor al 0.05 de significancia, por lo que aceptamos la hipótesis nula (H_0), concluyendo que no existe diferencia estadísticamente

significativa entre los tratamientos evaluados para dicho corte. En el Cuadro 10, se presenta la producción media obtenida de los tratamientos evaluados de producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el corte 2.

Cuadro 10. Medias obtenidas de la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el corte 2 del pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Tratamiento	Media ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
N125	133.13
N75	103.75
N25	80.94
N50	67.19

En el Cuadro 10 se observa como resultado que el tratamiento N125 correspondiente a la dosis de nitrógeno de $125 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, obtuvo la mayor cantidad de producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Pero esta cantidad de $133.13 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ es menor a la que se obtuvo en el corte 1 de $304.06 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ presentando una disminución del 56.21% (Cuadro 20A) debido a la disminución de la precipitación en la época de dicho corte, la cual reporta 71.1mm en el mes de enero (Figura 10) y comparando otras investigaciones (Lainfiesta,2006) con la misma poaceae y precipitación de 404.3mm, esta tiene influencia en la disponibilidad del nitrógeno para su aprovechamiento, resultando mayor producción a mayor precipitación.

La producción media de los tratamientos en este corte también sufrió un decremento de 58.66% en comparación al corte 1 con tratamiento. Esto indica que la baja precipitación (Figura 10) en el comienzo de la época seca (diciembre a enero), afecta el aprovechamiento y disponibilidad de los minerales, aumentando la volatilización del nitrógeno, y disminuyendo la cantidad aprovechable por falta de incorporación al suelo, provocando una baja en la producción de biomasa del pasto. Y comparando los resultados obtenidos (Cuadro 10) entre los tratamientos con aplicación de fertilizante (N25, N50, N75, N125), con una muestra de pasto sin aplicación de fertilizante (Cuadro 17A), se observa una respuesta residual positiva a la aplicación de nitrógeno en la producción de biomasa, ya que la muestra de pasto sin aplicación de fertilizante (Cuadro 17A), logro una producción ($20 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por debajo de los tratamientos con aplicación (N25, N50, N75,

N125). Pero esta respuesta residual positiva no fue suficiente para poder mantener o aumentar la producción de biomasa en esta poaceae. Como concluye Ortiz (2006), la respuesta residual a la fertilización después de cuatro meses de su aplicación, es positiva, pero no existe un aumento en la producción si se compara la respuesta directa a la aplicación de fertilizante, lo cual está influenciado por la baja precipitación y altas temperaturas en la época seca que comprende los meses de noviembre a abril (Figura 10).

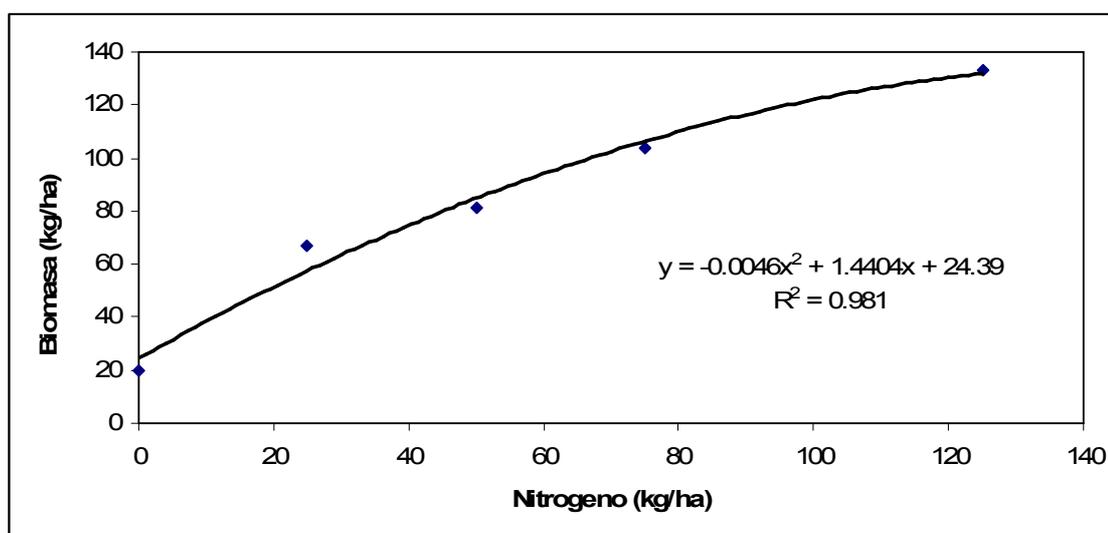


Figura 12. Relación residual entre aplicación de niveles N kg·ha⁻¹ y producción de biomasa (kg·ha⁻¹) en el corte 2 en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Como se puede observar en la Figura 12, el análisis de regresión calcula un coeficiente de determinación $R^2 = 0.98$, indicando que el modelo $Y_i = -0.0046x^2 + 1.4404x + 24.39$, se ajusta un 98% a los datos. Siendo $\beta_0 = 24.39$, el coeficiente de posición o intercepto, el cual representa la ubicación en que la recta corta el eje "y", o el valor que asume la variable "y" cuando la variable "x"=0, o la producción de biomasa del pasto *Bracharia brizantha* cv. Marandú, al no existir aplicación de fertilizante. Pero como se puede observar este valor de β_0 es menor al del corte 1 ($\beta_0 = 32.24$), atribuyéndose a la precipitación en el mes de enero (71.1mm), en el que se realizó el corte 2 (Figura 10).

La Figura 12, describe que existe una relación directa entre el nitrógeno aplicado (kg·ha⁻¹) y la producción de biomasa (kg·ha⁻¹) en el pasto, en donde a más nitrógeno aplicado existe una mayor producción de biomasa por efecto residual del fertilizante, pero

a mayor incremento de nitrógeno ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) la eficiencia de este disminuye pudiendo llegar a un nivel al cual mantenga la misma producción o esta tenga una disminución no importando si se aplica más nitrógeno ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

2.6.1.3 Comparación de biomasa entre cortes

En la Figura 13, se puede observar que la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el corte 1 esta por encima de $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. En el corte 2, se da una disminución de la producción biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) debajo de $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Con las comparaciones de entre medias de cada corte (Cuadro 8 y Cuadro 10) se observa que el tratamiento N125 obtiene la mayor producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Por lo cual podemos decir que a mayor cantidad de nitrógeno por hectárea ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) mayor es la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en dicho pasto.

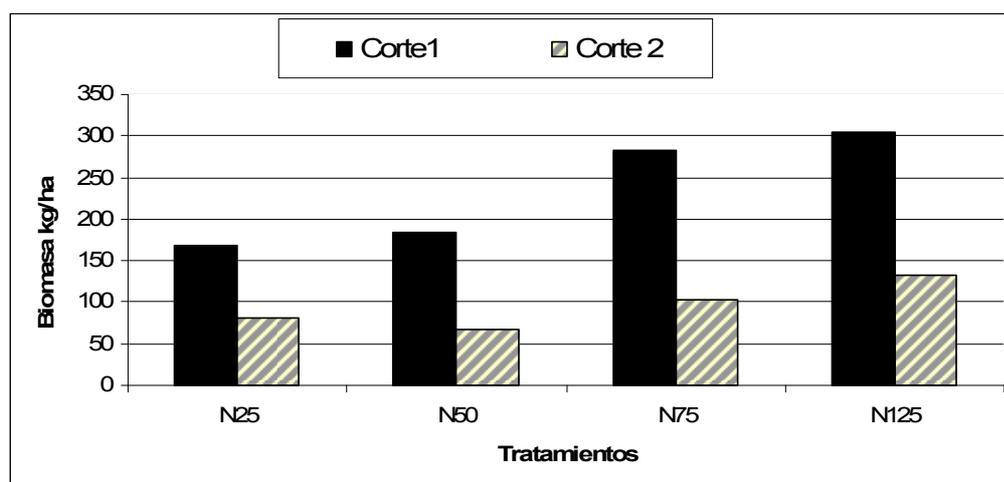


Figura 13. Comparación de la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para cada tratamiento entre los cortes realizados en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú.

Con los resultados anteriores se puede revalidar que a mayor cantidad de nitrógeno por hectárea ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) el pasto genera más biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), pero esta producción esta relacionada a la precipitación de la época (noviembre a enero), donde esta juega un papel importante en la disponibilidad de los minerales en el suelo y tiene una fluctuación bastante amplia durante el año, ya que en el mes de mayor precipitación se presentan 306.8 mm y el mes con la menor precipitación presenta 3 mm, como se puede observar en la Figura 10, donde se encuentra señalado el periodo durante el cual se realizó la

investigación. Y como lo explican los productores en la temporada seca correspondientes a los meses de diciembre a mayo (Figura 7) es en donde sufre disponibilidad baja de pasto dentro de sus potreros, por lo cual se ven obligados a disminuir el número de animales o a utilizar otras áreas que no son utilizadas como potreros normalmente.

Cuadro 11. Resultados análisis de varianza para producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en la sumatoria de producción de biomasa de los cortes 1 y 2 del pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Fuente de variación	(G.L.)Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr
Tratamientos	3	110084.21	36694.73	2.62	0.988
Error	12	168077.59	14006.46		
Total	15	278161.81			

C.V.= 35.78%

El Cuadro 11 correspondiente al análisis de varianza del de la sumatoria de corte 1 y corte 2, muestra un valor para Pr de 0.988, el cual es mayor al 0.05 de significancia, por lo que aceptamos la hipótesis nula (H_0), concluyendo que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el efecto de los tratamientos evaluados.

Cuadro 12. Resultados de las medias obtenidas de la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en los cortes 1 y 2 en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Tratamiento	Media ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
N125	437.19
N75	386.38
N50	251.63
N25	248.06

En el Cuadro 12, se presenta la producción media ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) obtenida de los tratamientos evaluados en la sumatoria del corte 1 y corte 2. El cual presenta una respuesta ascendente de producción de biomasa en relación a la aplicación de nitrógeno, en donde a mayor aplicación de nitrógeno ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), mayor producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

2.6.1.4 Comparación entre producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y factores climáticos

Al comparar la fluctuación de la temperatura durante el periodo de realización de la investigación, con la producción biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) obtenida en cada corte, podemos observar que esta variable climática no se encuentra en relación directa a la producción de biomasa del pasto *B. brizantha*, ya que esta es de $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, como se puede observar en la Figura 14.

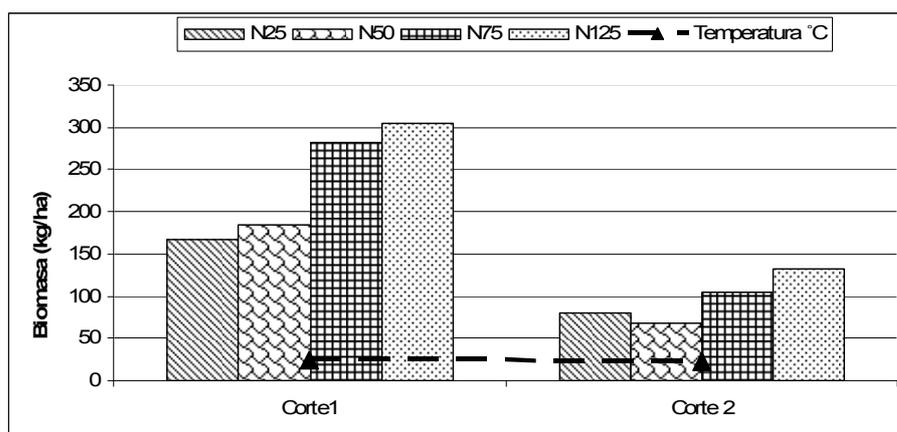


Figura 14. Comportamiento de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en relación a producción biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) obtenida en cada corte en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Por otro lado tenemos otro factor climático, la precipitación donde observamos que esta tiene una fluctuación bastante amplia durante todo el año (Figura 10), que hace que la disponibilidad de los nutrientes en el suelo disminuya en relación a la cantidad de precipitación (mm). Esta variable esta en relación directa a la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) del pasto, según explican algunos productores y describen investigaciones hechas por Lainfiesta (2006), ya que a medida que esta disminuye entre los meses de diciembre a principios de mayo (Figura 10), también ocurre un disminución en la disponibilidad de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), por lo cual se ven obligados a: 1) presionar otras áreas que no son utilizadas como potreros, o 2) disminuir el número de animales dentro de sus fincas.

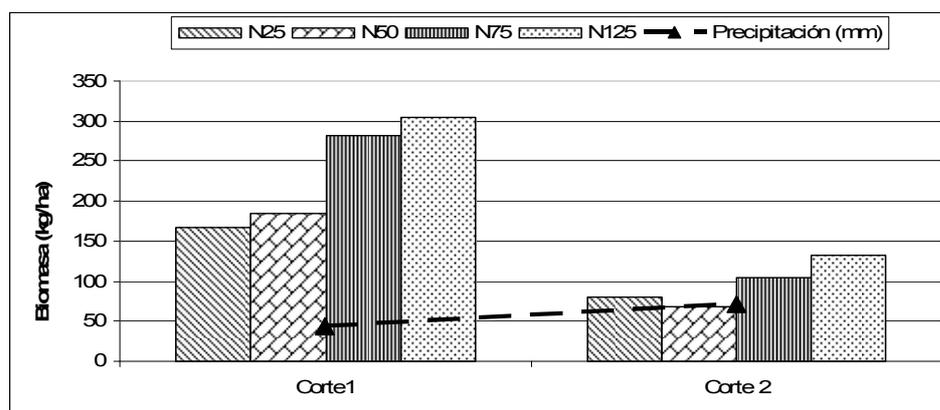


Figura 15. Comportamiento de la precipitación (mm) en relación a producción biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) obtenida en cada corte en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

2.6.2 Porcentaje de proteína cruda (pPC) y rendimiento de proteína cruda (rPC)

Cuadro 23A y Cuadro 24A se muestran los valores obtenidos para estudio de los análisis vegetales realizados en la muestra de pasto sin tratamiento, corte 1 y corte 2, esto para conocer el contenido de N. Con estos valores se obtuvo el pPC presente en cada uno de los tratamientos y cortes.

El valor porcentual obtenido de nitrógeno, entre los tratamientos evaluados del corte 1 aumentó en relación a la muestra de pasto sin tratamiento, lo cual se puede observar en el Cuadro 13, indicando que la disponibilidad de nitrógeno en el área de estudio antes de la aplicación de fertilizante se encontraba en niveles bajos en el suelo.

Cuadro 13. Contenido de nitrógeno y pPC para la muestra de pasto sin tratamiento, corte 1 y corte 2 en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Porcentaje nitrógeno muestra de pasto sin tratamiento*	Porcentaje de proteína cruda	Tratamiento	Porcentaje de nitrógeno corte 1	Porcentaje de proteína cruda	Porcentaje de nitrógeno corte 2	Porcentaje de proteína cruda
1.01	6.31	N25	2.09	13.06	1.93	12.06
		N50	2.45	15.31	2.03	12.69
		N75	2.58	16.13	2.24	14.00
		N125	2.85	17.81	2.56	16.00

*Esta es una muestra consolidada extraída del mismo pasto y área sin aplicación de fertilización.

Como podemos observar en el Cuadro 13 el porcentaje de proteína cruda (pPC), comparando la muestra de pasto sin la aplicación de fertilizante recolectada antes del inicio del experimento, con el corte 1 tuvo un aumento de por lo menos el doble del contenido con la aplicación de fertilizante.

En el Cuadro 14, se muestra la relación en el aumento entre los distintos tratamientos en comparación con la muestra de pasto sin la aplicación de fertilizante recolectada antes del inicio del experimento y corte 1, en donde se observa que la relación entre aplicar o no aplicar fertilizante es de por lo menos del doble del pPC en el pasto *Bracharia brizantha* cv. Marandú. También se puede observar en este mismo cuadro, que a mayor cantidad de nitrógeno aplicado ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) mayor es el pPC que logra el pasto.

Cuadro 14. Relación del aumento de pPC entre la muestra de pasto sin tratamiento y corte 1 en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

pPC muestra sin tratamiento*	Tratamiento	pPC corte 1	Corte 1/muestra sin tratamiento
6.31	N25	13.06	2.07
	N50	15.31	2.43
	N75	16.13	2.55
	N125	17.81	2.82

*Esta es una muestra consolidada extraída del mismo pasto antes de la aplicación de fertilización.

En la Figura 16, se observa el efecto que tiene la fertilización nitrogenada sobre el aumento del porcentaje de proteína cruda contenida en el pasto *Bracharia brizantha* cv. Marandú en comparación a la muestra de pasto colectada antes del inicio del experimento. Esta fertilización presentó un aumento general en cuanto al porcentaje de proteína cruda, en donde a mayor cantidad de nitrógeno ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), mayor es el porcentaje de proteína cruda contenida en el pasto, con lo cual observamos que el nitrógeno incide directamente en el contenido de proteína.

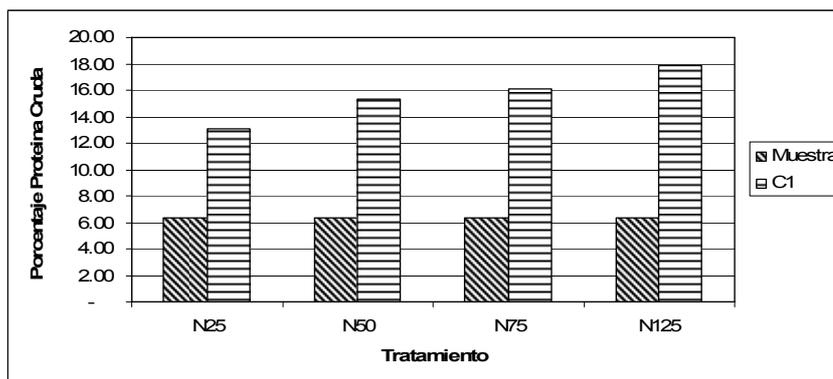


Figura 16. Comparación del porcentaje de proteína cruda (pPc) entre la muestra de pasto sin tratamiento y corte 1 en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Con la variable rPC (Figura 17), se puede observar una respuesta positiva a la aplicación de fertilizante nitrogenado, en donde a mayor cantidad de nitrógeno ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), mayor es el rendimiento.

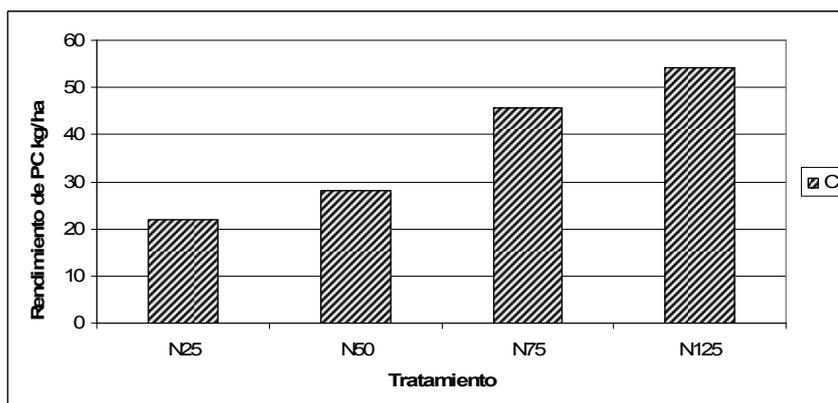


Figura 17. Rendimiento de proteína cruda ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el corte 1 en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén..

Con la aplicación de fertilizante nitrogenado se aumentó el rendimiento de proteína cruda en el corte 1, confirmando la respuesta positiva a la aplicación de fertilizante nitrogenado y que este rendimiento está en relación directa a la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) lograda por el pasto.

Con los resultados mostrados en las Figura 16 y Figura 17 se observa un aumento en la cantidad de proteína contenida en el pasto, por lo cual el ganado al alimentarse de este, mejoraría los propósitos para lo cual es utilizado, ya que se encontraría en buenas

condiciones tanto para procrear crías, como para producir leche mas rica en proteína, que al final en mercados especializados obtiene una mayor demanda.

2.6.3 Análisis económico

2.6.3.1 Costo fertilizante

El precio de compra del nitrato de amonio (NA), fuente utilizada en el experimento, fue de Q137.60 en presentación de 45.35 kg de donde el costo para cada kilogramo es de Q 3.03 para la fecha de adquisición (seis de octubre del año 2007).

2.6.3.2 Costo jornal

El costo de los jornales por hectárea tomo en consideración, que una persona en un día, le es asignada un área de 2.8 hectáreas para aplicación de fertilizante, lo cual corresponde a un jornal en la región, el precio del jornal es de Q50.00, por lo tanto se utiliza 0.35 jornales por hectárea, haciendo un costo total de jornales por hectárea de Q17.85.

2.6.3.3 Costo total de fertilización

En el cálculo de costos totales está incluido el costo del fertilizante a la fecha de compra y el costo del jornal para la región, de donde se obtuvieron los siguientes datos:

Cuadro 15. Costo total de fertilización (Q·ha⁻¹)

Tratamiento	Fuente *NA kg·ha ⁻¹	Costo *NA Q·ha ⁻¹	Costo Jornales (Q·ha ⁻¹)	Costo Total Fertilización Q·ha ⁻¹
N125	362.3	1099.11	17.85	1116.97
N75	217.4	659.47		677.32
N50	144.9	439.64		457.5
N25	72.5	219.82		237.68

*NA= Nitrato de amonio 56%N

Como se puede observar en el Cuadro 15 el costo de fertilización en el que se incurre en menos gasto es el tratamiento N25 (25 kg·N·ha⁻¹).

También tenemos que la factibilidad de fertilizar regularmente los pastos, si bien en esta investigación no se observan respuestas estadísticamente significativas, si se puede

observar que el pasto no llegaría a niveles de degradación severa, por que este no perdería su vigor, productividad y la capacidad de recuperación natural a corto plazo, evitando también que se presionen otras áreas que normalmente no son utilizadas para la ganadería.

2.6.3.4 Presupuestos parciales

El cálculo de los presupuestos parciales incluye el costo total de la fertilización ($Q \cdot ha^{-1}$), el cual fue relacionado a la producción de biomasa ($kg \cdot ha^{-1}$) por el efecto directo del fertilizante (corte 1).

Cuadro 16. Presupuestos parciales para la producción de biomasa ($Q \cdot kg^{-1}$)

Tratamiento	Costo Total Fertilización $Q \cdot ha^{-1}$	Biomasa ($kg \cdot ha^{-1}$) Corte 1	Costo de producción de Biomasa ($Q \cdot kg^{-1}$)
N125	1116.97	304.06	3.67
N75	677.32	282.62	2.39
N50	457.5	184.43	2.48
N25	237.68	167.12	1.42

En el Cuadro 16 se muestra que el costo de producción de biomasa ($Q \cdot kg^{-1}$), esta directamente relacionado a la dosis de nitrógeno aplicada, en donde, a menor aplicación de nitrógeno (N25), bajo costo de producción de biomasa y a mayor aplicación (N125), alto costo de producción.

2.7 CONCLUSIONES

- a) La aplicación de fertilizante para cada nivel de fertilización nitrogenada no presento diferencias estadísticamente significativas sobre el aumento en la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en *B. brizantha* cv. Marandú en el corte 1 y corte 2.
- b) Bajo las condiciones en que se realizo esta investigación la no respuesta a los niveles de nitrógeno aplicados sobre el rendimiento de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) se debió a las limitaciones de precipitación durante la realización del experimento.
- c) Los tratamientos aplicados provocaron variabilidad en el contenido de proteína cruda en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Una mayor aplicación de nitrógeno incrementa el porcentaje de proteína cruda contenida en el pasto. En donde el tratamiento que produjo mayor porcentaje de proteína cruda fue el N125 ($125 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) con un porcentaje de 17.81% en el corte 1.
- e) Económicamente se concluye que aplicar $25 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, es el nivel de nitrógeno en donde se incurre en menor gasto, produciendo mayor biomasa que cuando no existe aplicación de nitrógeno.

2.8 RECOMENDACIONES

- a) Realizar nuevas investigaciones sin limitaciones de precipitación ya que este factor climático esta directamente asociado a la disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- b) Se recomienda aplicar $25 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ en la temporada seca, ya que esta es la dosis en la que se incurre en menos gasto económico y tiene una mayor producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en comparación a no aplicar fertilizante.
- c) Para no presionar otras áreas que normalmente no son utilizadas para dar sustento al ganado se recomienda utilizar asociados con *Leucaena leucocephala* L., la cual ayuda a que el ganado tenga mayor proteína en su alimentación.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. ASAHI net, JP. 2002. Fertilización (en línea). Japón. Consultado 24 set. 2007. Disponible en: <http://www.ne.jp/asahi/agricola/nobui/report/mp3.html>
2. Bernal Eusse, J. 1994. Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo. 3 ed. Santa Fé, Bogota, Colombia, Banco Ganadero. 575 p.
3. Betancourt, H. 2006. Evaluación bioeconómica del impacto de la degradación de pasturas en fincas ganaderas de doble propósito en El Chal, Petén, Guatemala. Tesis Msc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 101 p.
4. CATIE, GT. 2001. Base de datos del proyecto CATIE-Norad. Flores, Petén, Guatemala.
5. CENIAP (Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela, VE). 1972. Consumo voluntario de materia seca, peso y producción de vacas lecheras (en línea). Maracay, Venezuela. Consultado 27 may. 2007. Disponible en: <http://www.repav.avepagro.org.ve/agrotrop/v256a005.html>
6. CENIAP (Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela, VE). 2005. Estrategias de fertilización en pasturas (en línea). Estado Aragua, Venezuela. Consultado 20 Set. 2007. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd55/pastura.htm>
7. CIAT, CO. 2000. Cultivar mulato (en línea). Cali, Colombia. Consultado 19 nov. 2007. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/CV%20Mulato.pdf.
8. FAO, LEAD (Livestock, Environment and Development, CR). 2006. *Brachiaria brizantha* (en línea). San José, CR. Consultado 21 Set. 2007. Disponible en: <http://www.virtualcentre.org/silvopastoral/menu/brach2.htm>
9. Franco, F. 1978. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de materia seca y proteína del pasto napier (*Pennisetum purpureum* Schum.) en el trópico seco de Guatemala. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, USAC 22 p.
10. Giraldo Valderrama, LA. 1991. Evaluación bajo pastoreo de la gramínea *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 establecida sola o en asocio con *Arachis pintoi* CIAT 17434, Manejadas bajo dos cargas animales en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis Msc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 144 p.
11. Gutiérrez Orellana, MA. 1996. Pastos y forrajes en Guatemala. Guatemala, Editorial E y G. 318 p.
12. Hughes, HD; Heath, ME; Metcalfe, DS. 1970. Forrajes: la ciencia de la agricultura basada en producción de pastos. Trad. De la Loma, JS. 2 ed. México, CECOSA. 758 p.

13. INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, VE). 2001. Consumo de orraje y ganancia diaria de peso en ganado de carne en crecimiento suplementados con fuentes proteicas (en línea). Aragua, Venezuela. Consultado 27 may. 2007. Disponible en: <http://www.bioline.org.br/request?zt01024>
14. INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, MX). 2005. Dinámica de nutrientes y potencial productivo de sistemas ganaderos en pastoreo en el amazonas occidental de Brasil (en línea). Rió Branco, Brasil. Consultado 20 nov. 2007. Disponible en <http://tiesmexico.cals.cornell.edu>
15. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, AR). 2003. *Brachiaria brizantha* cv Marandú (en línea). Chaco, Argentina. Consultado 21 Set. 2007. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/benitez/info/documentos/pastura/art/past02.htm>
16. INTA, AR. 2005. Fertilización y utilización de nutrientes en campos forrajeros de corte (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado 19 nov. 2007. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20y%20Utilizacion%20de%20Nutrientes%20en%20Forrajeros%20de%20Corte.asp>
17. Laboratorios Menarini Centro América y el Caribe, GT. 2006. Gramíneas (en línea). Guatemala. Consultado 22 ago. 2007. Disponible en <http://www.e-rinitis.com/polinosis/libro/gramineas.php>
18. Lainfiesta Martínez, JJ. 2006. Evaluación del efecto de la fertilización con N, P, K, S sobre la producción de biomasa de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, en la comunidad de Santa Rosita, Colpetén, Municipio de Dolores, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 133 p.
19. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2001. Sistema de información geográfica, departamento de Petén: base de datos MAGA (en línea). Guatemala. Consultado 21 set. 2007. Disponible en <http://200.12.49.225/sig/Index.htm>
20. Melgar Pineda, O. 1994. Plantas forrajeras más importantes, distribuidas en la república de Guatemala. Guatemala, USAC. Centro Universitario del Norte. 113 p.
21. Ortiz Ortiz, JF. 2006. Efecto de la fertilización con N, P, K, S sobre la biomasa de *Brachiaria brizantha* (cv. Marandú), en la comunidad de Santa Ana Vieja, municipio de Santa Ana, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 111 p.
22. Simmons, CS. 1956. Descripciones de los suelos que aparecen en la carta agrologica de reconocimiento de la república. Guatemala, Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura / Ministerio de Agricultura. 150 P.

23.

2.10 APÉNDICE

Cuadro 17A. Valores de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) obtenidos en el, corte 1 y corte 2 del pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Peten.

Tratamiento	Repetición	C1 ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Media C1 ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	C2 ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Media C2 ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
N25	T1R1	187.25	167.13	48.75	80.94
	T1R2	179		122.5	
	T1R3	186		60	
	T1R4	116.25		92.5	
N50	T2R1	251.25	184.44	23.75	67.19
	T2R2	125		90	
	T2R3	134.5		105	
	T2R4	227		50	
N75	T3R1	291.25	282.63	97.5	103.75
	T3R2	223.5		47.5	
	T3R3	346.5		95	
	T3R4	269.25		175	
N125	T4R1	256.75	304.06	35	133.13
	T4R2	421		232.5	
	T4R3	113.75		100	
	T4R4	424.75		165	
Muestra*	M1	22.5	22.5	20	20

*La muestra no fue incluida al análisis estadístico debido a que no contaba con repeticiones.

Cuadro 18A. Análisis de varianza de la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el corte 1 del pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén

Producción biomasa kg/ha					
Analysis of Variance Procedure					
Dependent Variable: BIOM					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	56802.34375000	18934.11458333	2.52	0.1077
Error	12	90318.84375000	7526.57031250		
Corrected Total	15	147121.18750000			
R-Square		C.V.	Root MSE	BIOM Mean	
0.386092		36.98622	86.75580852	234.56250000	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	56802.34375000	18934.11458333	2.52	0.1077

Cuadro 19A. Análisis de varianza de la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para el corte 2 del pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Producción biomasa kg/ha					
Analysis of Variance Procedure					
Dependent Variable: BIOM					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	9980.46875000	3326.82291667	1.07	0.3998
Error	12	37441.40625000	3120.11718750		
Corrected Total	15	47421.87500000			
R-Square		C.V.	Root MSE	BIOM Mean	
0.210461		58.03430	55.85800916	96.25000000	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	9980.46875000	3326.82291667	1.07	0.3998

Cuadro 20A. Porcentaje de disminución en producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) entre el corte 1 y corte 2 del pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Tratamiento	Cortes		Porcentaje %
	C1 ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	C2 ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	
N25	167.13	80.94	51.57
N50	184.44	67.19	63.57
N75	282.63	103.75	63.29
N125	304.06	133.13	56.21
Muestra*	22.50	20.00	11.11

*La muestra no fue incluida al análisis estadístico debido a que no contaba con repeticiones.

Cuadro 21A. Análisis de varianza de la producción de biomasa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en los cortes 1 y 2 del pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Producción biomasa kg/ha					
Analysis of Variance Procedure					
Dependent Variable: BIOM					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	110084.21875000	36694.73958333	2.62	0.0988
Error	12	168077.69375000	14006.46614583		
Corrected Total	15	278161.81250000			
R-Square		C.V.	Root MSE	BIOM Mean	
0.395756		35.77523	118.34891696	330.81250000	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	110084.21875000	36694.73958333	2.62	0.0988

Cuadro 22A. Resultados del análisis foliar realizado a la muestra de pasto sin tratamiento en *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Muestra	Ca	Mg	K	P	N
	----- % -----				
Sin Trat	0.56	0.98	1.03	0.18	1.01

Cuadro 23A. Resultados del análisis foliar realizado al corte 1 en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Muestra	Ca	Mg	K	P	N
	----- % -----				
N25	0.51	1.05	0.65	0.17	2.09
N50	0.49	1.07	0.86	0.18	2.45
N75	0.49	1.22	0.65	0.23	2.58
N125	0.48	1.07	0.80	0.18	2.85

Cuadro 24A. Resultados del análisis foliar realizado al corte 2 en el pasto *B. brizantha* cv. Marandú. Santa Rosita, Dolores, Petén.

Muestra	Ca	Mg	K	P	N
	----- % -----				
N25	0.57	1.06	0.70	0.16	1.93
N50	0.56	1.08	0.72	0.16	2.03
N75	0.57	1.21	0.54	0.20	2.24
N125	0.51	1.17	0.85	0.18	2.56

Cuadro 25A. Condiciones climáticas durante el periodo de la investigación, Santa Rosita, Dolores, Petén.

Mes	Temperatura media (°C)	Precipitación (mm)
abr-07	29.3	13.0
may-07	30.5	45.0
jun-07	28.8	286.7
jul-07	28.6	173.2
ago-07	27.4	264.8
sep-07	27.1	306.8
oct-07	26.4	252.0
nov-07	24.6	171.6
dic-07	23.9	44.0
ene-08	23.5	71.1
feb-08	26.0	3.0
mar-08	26.3	61.3

CAPITULO III. INFORME FINAL DE SERVICIOS

3.1. PRESENTACIÓN

El proyecto CATIE-NORUEGA/PD, sobre el “Desarrollo Participativo de Alternativas de Uso Sostenible de la Tierra en Áreas de Pasturas Degradadas en Centro América”, trata de implementar practicas de manejo en la ganadería como una alternativa para el uso sostenible de la tierra, generando bases de datos e investigaciones que permitan conocer las condiciones de las fincas en las diferentes zonas piloto donde se encuentra el proyecto. Para el caso de Guatemala esta zona piloto se encuentra en El Chal, Petén.

En apoyo a la institución CATIE-NORUEGA/PD en la búsqueda de alternativas para el uso de tierras en áreas de pasturas degradadas se realizaron los servicios, como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía de la FAUSAC. Entre los cuales estuvo la estimación de disponibilidad de forraje en potreros por medio del método botanal, en la comunidad Santa Rosita, con el fin de conocer la fluctuación de disponibilidad de forraje existente en diferentes meses del año en el área.

Otro de los servicios fue el registro de producción de leche en una finca representativa de la comunidad. Esta toma de datos se realizó por medio de boletas, donde se registro, día, producción, número de animales ordeñados y precio de venta.

Como último servicio se efectuó la instalación de un biodigestor demostrativo para la comunidad de Santa Rosita, donde los productores de la zona tomaron un ejemplo en el aprovechamiento de un sub-producto de la ganadería como lo es el estiércol. El cual produce biogás, que puede servir para la elaboración de alimentos y con esto obtener una fuente de ahorro económico para el hogar.

3.2. ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE FORRAJE EN POTREROS POR MEDIO DEL MÉTODO BOTANAL, EN LA COMUNIDAD SANTA ROSITA, DOLORES, PETÉN.

3.2.1. OBJETIVOS

- Por medio de monitoreos de la disponibilidad de forraje establecer si la precipitación influyen en la cantidad de forraje disponible.

3.2.2. METODOLOGÍA

La finca escogida fue la finca La Ceiba propiedad del Sr. Álvaro Solares, ubicada en la comunidad Santa Rosita, Dolores, Petén, la cual cuenta con una área de 103.3 ha sembradas con pasto y divididas en 12 potreros para rotación del ganado. La temperatura media anual para la comunidad es de 26 °C, con una precipitación anual de 1420 mm, humedad relativa promedio de 80% y a una altitud de 239 msnm.

Para la elección del potrero a muestrear se tomo en cuenta la rotación, realizando el muestreo un día antes de que el ganado entrase a pastorear. Luego se efectuó un recorrido dentro del potrero para observar la disponibilidad de pasto que existía dentro de este.

Se seleccionaron cinco parcelas de muestreo de referencia, las cuales representaban diferentes niveles de disponibilidad de forraje. Esto constituyó los niveles de una escala de referencia (1-5), seleccionando dos puntos que representaron los niveles mas bajos (escala 1,2), dos puntos que representaron los niveles mas altos (escala 4,5) y un punto en el nivel intermedio (escala 3), como se observa en la Figura 18.

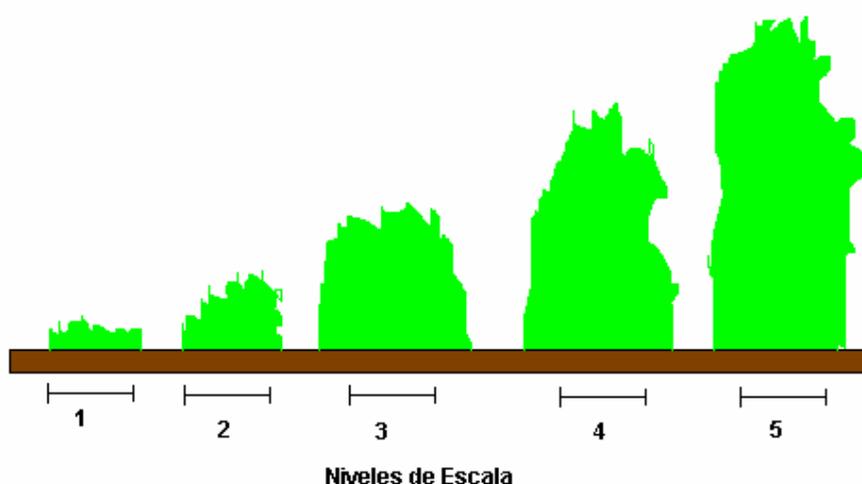


Figura 18. Escala de referencia para la evaluación de disponibilidad de forraje o pasto.

Posteriormente, teniendo las parcelas de muestreo seleccionadas, se utilizaron cinco marcos de 0.5m^2 para posicionarlos en la superficie del terreno, cortando las muestras, que consistieron en todo el forraje que se encontraba dentro del marco a la altura de la superficie del terreno, pesando y anotando el peso fresco para cada nivel.

Con las muestra cortadas, se tomó una sub-muestra consolidada de 200 gr. La misma fue secada en un horno a 60°C por 48 horas, para obtener el peso de materia seca presente de las muestras para cada nivel la escala.

Después de asignadas las escalas, se realizó un recorrido dentro del potrero en forma de zig-zag, contando 10 pasos entre cada punto, obteniendo un promedio de 60 puntos en una área de tres hectáreas, en donde cada punto muestreado se le asigno el nivel de escala correspondiente.

Con los datos obtenidos de cada punto se procedió a ingresarlos a la base de datos Excel, para calcular la disponibilidad total dentro de una hectárea por medio de una regresión.

3.2.3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en los ensayos de las pasturas en lo que respecta a la disponibilidad de forraje se encuentran en el Cuadro 26. Estos resultados presentan una disminución de la disponibilidad de forraje según se presente una disminución en la precipitación y se acerque la temporada seca en el área de estudio.

Cuadro 26. Resultados de la estimación de disponibilidad de forraje en potreros por medio del método botanal.

Fecha muestreo	No. Potrero	Escala de Disponibilidad de Forraje	Peso Fresco(kg)	Biomasa kg	Biomasa kg/ha
9/11/2007	9	1	0.065	0.018	2836.987
		2	0.136	0.039	
		3	0.250	0.072	
		4	0.269	0.077	
		5	0.684	0.198	
18/12/2007	6	1	0.092	0.030	2709.586
		2	0.103	0.034	
		3	0.189	0.062	
		4	0.314	0.103	
		5	0.577	0.190	
6/2/2008	6	1	0.082	0.028	2181.844
		2	0.090	0.031	
		3	0.170	0.059	
		4	0.178	0.062	
		5	0.324	0.113	

Con los resultados obtenidos se plantea la Figura 19, para poder observar una tendencia en la disminución de la disponibilidad en los meses donde se presenta menos precipitación.

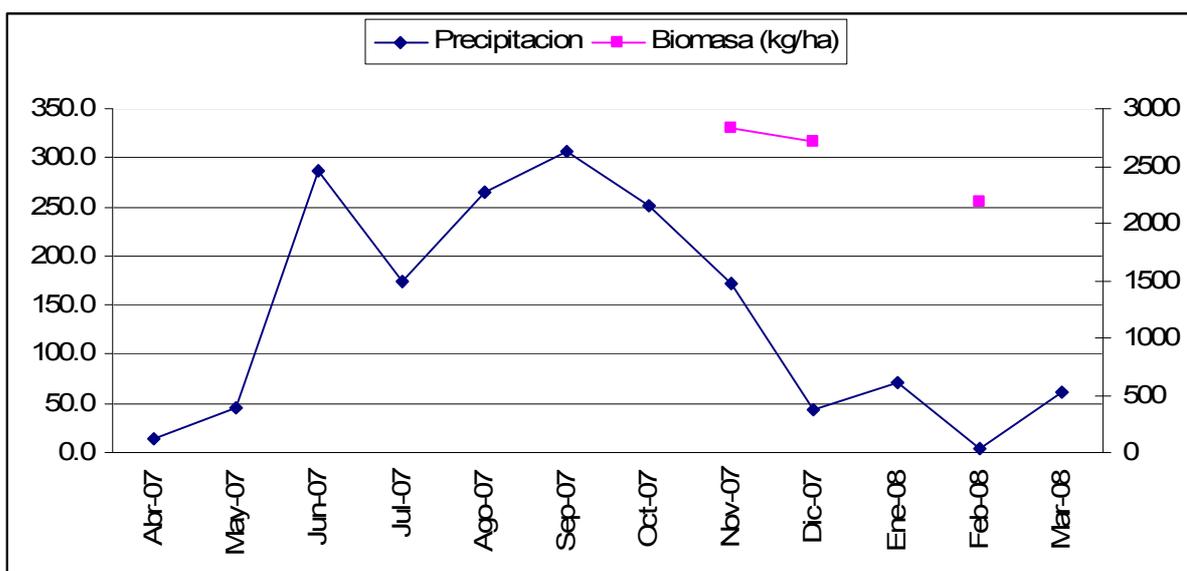


Figura 19. Relación entre disponibilidad de forraje y precipitación.

Cada uno de los monitoreos realizados tuvieron las mismas características como lo son, misma especie de pasto la cosechada (*B. brizatha* cv Maradú), poseían un tiempo de descanso de 25 días, tiempo en el cual se realiza la rotación de potreros en dicha finca y cada potrero posee una carga animal constante en los meses en estudio. En donde no se presenta otras variables que puedan afectar la variación de los resultados.

3.2.4. EVALUACIÓN

- 1) El muestreo comprobó que la disponibilidad de forraje se encuentra en relación a la temporada del año, en donde la época en la que existe mayor precipitación la disponibilidad de forraje es más alta. No obstante solo se realizaron tres muestreos debido a que se observó una disminución bastante evidente de la disponibilidad de pasto en cada uno de los muestreos.
- 2) Observando la disminución del forraje cuando existe menor precipitación, se puede concluir que la producción de forraje está en relación a la movilidad de los nutrientes en el suelo y que esta movilidad está proporcionada por la precipitación, siendo el agua la responsable de movilizar los minerales en el suelo.
- 3) La cantidad de forraje disminuye a la par de la precipitación, por lo tanto se debe disminuir el número de animales por área utilizada, o dar suplementación extra a la misma cantidad de animales, para que estos mantengan la misma producción de leche o crías.

3.3. REGISTRO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN FINCA LA CEIBA DE LA COMUNIDAD SANTA ROSITA, DOLORES, PETEN.

3.3.1. OBJETIVOS

- Registrar la producción de leche en una finca representativa de la Comunidad Santa Rosita, Dolores, Petén.

3.3.2. METODOLOGÍA

En base a las observaciones de producción de leche (lt) diaria para la finca La Ceiba, propiedad del Sr. Álvaro Solares ubicada en la comunidad Santa Rosita, Dolores, Petén, se procedió a evaluar dichos datos obteniendo la fluctuación de su producción para siete meses del año, que van de septiembre de 2007 a marzo de 2008, correspondientes a la época de transición entre temporada de lluvias y temporada seca para el departamento de Petén.

Esta finca seleccionada mantuvo constante la cantidad de ganado en producción de leche. Por medio de boletas se llevo el registro diario de producción de leche tomando en cuenta los siguientes datos:

- Fecha
- Producción (Lt)
- Precio de venta
- Número de vacas ordeñadas

En base a los datos obtenidos se procedieron a ingresarlos a la base de datos de Excel.

3.3.3. RESULTADOS

En base a las observaciones de producción de leche (lt) diaria para la finca La Ceiba, propiedad del Sr. Álvaro Solares ubicada en la comunidad Santa Rosita, Dolores, Peten, se procedió a evaluar dichos datos obteniendo la fluctuación de su producción para siete meses del año, que van de septiembre de 2007 a marzo de 2008, correspondientes a la época de transición entre temporada de lluvias y temporada seca para el departamento de Peten.

Dicha fluctuación se obtuvo con valores promedio para los meses ya mencionados cuyos resultados se muestran en el Cuadro 27 y Figura 20.

Cuadro 27. Cantidad promedio en litros de la producción de leche mensual para la finca La Ceiba, Santa Rosita, Dolores, Peten.

Mes	Leche (lt)
Septiembre	148.57
Octubre	132.58
Noviembre	124.17
Diciembre	133.87
Enero	126.74
Febrero	143.17
Marzo	135.78

Como se puede observar en el Cuadro 27, de los siete meses del año en el que se llevo el registro de producción de leche mensual, los meses en los que se produjo menos leche en la finca La Ceiba fueron noviembre y enero respectivamente, reportando valores medios de producción de 124.17 y 126.74 litros.

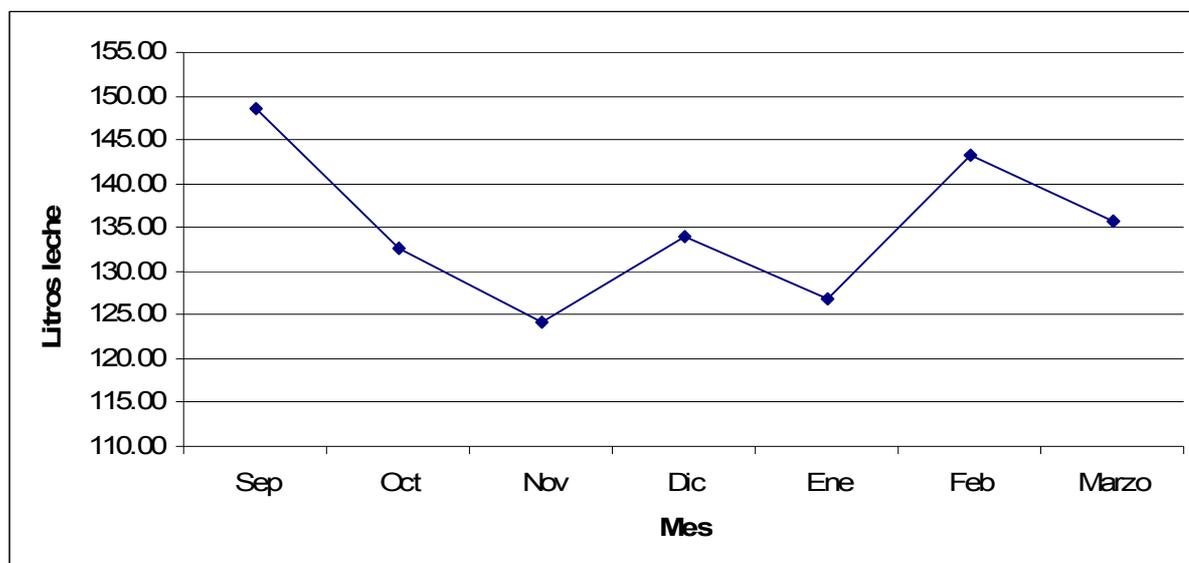


Figura 20. Cantidad promedio en litros de la producción de leche mensual para la Finca La Ceiba, Santa Rosita, Dolores, Peten.

La cantidad de leche en los siete meses en los que se llevo el registro tiene una diferencia promedio de 24.4 lt de leche entre el mes que logra la mayor y menor producción promedio mensual como se puede observar en la Figura 20. La cantidad promedio de producción de leche no tiene mayor diferencia debido a que en la temporada de verano empiezan las pariciones lo cual mantiene la producción más o menos constante durante el año.

3.3.4. EVALUACIÓN

- 1) Se logró registrar por medio de boletas la producción lechera de la finca La Ceiba, propiedad del Sr. Álvaro Solares. La cual mantuvo una cantidad promedio de 50 vacas en ordeño.
- 2) La producción de leche dentro de los meses en los que se llevo a cabo el registro presenta una producción media máxima de 148.57 lt/día y una producción media mínima de 124.17 lt/día.
- 3) El registro de producción de leche le sirvió al propietario de la finca La Ceiba, el señor Álvaro Solares, para establecer cuanto había percibido económicamente durante estos meses, pues este es un ingreso que se sabe se tiene, pero no con exactitud cuanto genera mensualmente.

3.4. ESTABLECIMIENTO DE BIODIGESTOR EN LA COMUNIDAD SANTA ROSITA, DOLORES, PETÉN.

3.4.1. OBJETIVOS

- Establecer un biodigestor demostrativo en una finca representativa de la Comunidad Santa Rosita, Dolores, Petén.

3.4.2. METODOLOGIA

3.4.2.1. Reconocimiento del área

Se seleccionó una finca dentro de la comunidad que tuviera las características necesarias para establecer el biodigestor, como lo son sala de ordeño próxima, topografía plana, esto con el fin de que los integrantes de la comunidad pudieran observar el proceso de establecimiento y así este fuese implementado en otras fincas, según su necesidad.

Ya teniendo seleccionada la finca se procedió a la compra de los materiales en ferretería. Para un biodigestor de 1.6 m³ de capacidad se requieren los siguientes materiales (Cuadro 28):

Cuadro 28. Materiales y jornales utilizados en la instalación de biodigestor en la comunidad Santa Rosita, Dolores, Peten.

CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	DESCRIPCION
16	Metros	Nylon de polietileno UV
5	Unidad	Tubo de PVC de 1 pulgada
2	Metros	Manguera de 1/2 pulgada
1	Unidad	Cinta de aislar
1	Unidad	Cinta de teflón
4	Jornales	Jornales
1	Unidad	Llave de paso de 1 pulgada
2	Unidad	Codos de 1 pulgada
1	Unidad	T de 1 pulgada
1	Unidad	Adaptador macho de 1 pulgada
1	Unidad	Adaptador hembra de 1 pulgada
25	Metros	Malla para gallinero
4	Pies	Tubo de PVC de 6 pulgadas
1	Unidad	Reducidor de 1 a 1/2 pulgada
1	Unidad	Tubo de 1/2 pulgada
1	Unidad	Bote de pegamento para PVC
1	Unidad	Adaptador para estufa

Con los materiales adquiridos y la selección de la finca se realizó una reunión en campo para la implementación del biodigestor.

3.4.2.2. Ubicación y preparación del terreno

El terreno donde se ubicó el biodigestor se seleccionó con base en las siguientes características: 1) se encontraba cerca de el área de utilización del gas (cocina); 2) era un terreno con topografía plana; 3) en relación a la altura de la cocina, el terreno se encontraba situado en un área con menor altura; 4) sin la presencia de cuerpos alrededor que generaran sombra al biodigestor; 5) que el terreno no fuera pedregoso para facilitar la perforación de la fosa.

3.4.2.3. Preparación de la fosa

La perforación de la fosa se realizó manualmente con piocha, pala y azadón. Con dimensiones de 6 m de largo, 0.9 metro de ancho y 0.6 m de profundidad (Figura 21), esto no es una regla fija ya que se pueden hacer de diferentes dimensiones según la posibilidad económica de quien lo realice, pues entre más grande los costos son más elevados.



Figura 21. Preparación de la fosa para ubicación del biodigestor

3.4.2.3.1. Cuidados con la fosa

En la perforación de la fosa se tomó cuidado de no dejar objetos que pudieran dañar el material del biodigestor (nylon de polietileno), como piedras, raíces o estacas.

3.4.2.4. Preparación del nylon

Ya que este es el cuerpo del biodigestor, se colocó una doble capa de nylon para evitar fugas o fácil deterioro. Esto se hizo colocando dos tramos de nylon de 8 m uno dentro del otro, por medio de la ayuda de una pita o cordel, colgándolo a una altura aproximada de dos metros para facilitar la operación y haciendo que los tramos quedaran totalmente alineados, como se muestra en la Figura 22.



Figura 22. Bolsa de nylon con dos capas

3.4.2.5. Preparación de válvula de salida

Esta válvula se colocó en el centro de la bolsa, que sirvió para adaptar la tubería por donde saldría el gas del biodigestor hacia el punto de utilización.



Figura 23. Preparación de válvula de salida del biodigestor.

Esta válvula constó de un adaptador macho, un empaque de plástico y un empaque de hule en la parte interna de la bolsa. En la parte fuera, un adaptador hembra, un empaque de plástico y un empaque de hule, cabe mencionar que las roscas fueron selladas con teflón para evitar fugas de gas (Figura 23, 24, 25).

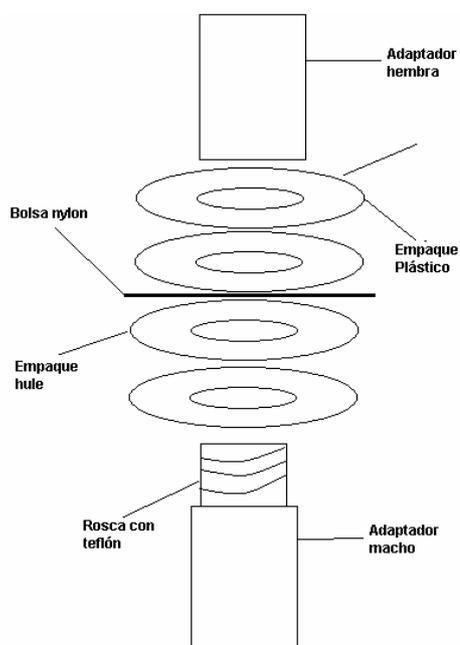


Figura 24. Estructura de la válvula de salida del biodigestor



Figura 25. Válvula de salida del biodigestor

3.4.2.6. Inflado de la bolsa de nylon

La bolsa ya con la válvula se infló para colocarse con mayor facilidad dentro de la fosa y evitar dobleces. El inflado se realizó por medio del escape de un vehículo, por encontrarse disponible. Se infló hasta lograr un estirado de todas las paredes de la bolsa y procedió a trasladarse a la fosa hecha con anterioridad (Figura 26, 27).



Figura 26. Inflado de la bolsa con el adaptador



Figura 27. Traslado de la bolsa hacia la fosa

3.4.2.7. Preparación y colocación de tubos para extremos del biodigestor

En cada uno de los dos extremos de la bolsa del biodigestor se colocaron tubos de dos pies de largo, con un diámetro de seis pulgadas, estos sirvieron como entrada y salida de los sólidos que producen el gas (Figura 28). Cada uno de los tubos tenía que estar sin imperfecciones que pudieran dañar el nylon y cuando estos se colocaron fueron sujetos al nylon (cuerpo del biodigestor) con tiras de hule para lograr un amarre adecuado como se muestra en la Figura 29.



Figura 28. Colocación de tubos de PVC que sirven de entrada y salida de sólidos del biodigestor.



Figura 29. Colocación de tiras de hule que sirven para sujetar el nylon a la entrada y salida del biodigestor.

3.4.2.8. Llenado del biodigestor

Ya que se tenía establecido el biodigestor se procedió a llenarlo con la mezcla necesaria para que este generará biogás. El llenado consistió en agua como base, aproximadamente para llenar la mitad del biodigestor que necesitaba 6 toneles de 54 galones (aproximadamente 1,120 lt) como se muestra en la Figura 30. Ya teniendo el agua, se agregó una mezcla de estiércol y agua, a razón de cuatro carretadas de estiércol (200 lb) mezcladas en dos toneles de agua de 54 galones (408 lt), haciendo que la mezcla quedara uniforme y que no contara con terrones (Figura 31). Cabe mencionar que el estiércol debía ser fresco preferentemente del mismo día, pues las bacterias que ayudan en la descomposición se encuentran todavía activas, no así en un estiércol viejo.



Figura 30. Introducción de agua dentro del biodigestor



Figura 31. Preparación e introducción de la mezcla dentro del biodigestor

3.4.2.9. Calidad del estiércol

La calidad del estiércol utilizado en la mezcla debía cumplir con las siguientes especificaciones:

- Estiércol fresco, esto quiere decir preferentemente del mismo día.
- Este no debe contener tierra u otros residuos sólidos como piedras, pues estos pueden precipitarse en el fondo del biodigestor y agotar el tiempo de vida útil.
- El estiércol no debe provenir de animales que hayan sido tratados con antibióticos, pues estos tienen efectos residuales que pueden afectar la producción de gas dentro del biodigestor, ya que dichos productos atacan a las bacterias encargadas de la fermentación del estiércol que es el origen del gas.

3.4.2.10. Instalación de tubería

Esta tubería fue añadida a partir de la válvula de salida del biodigestor y debió ser ubicada en un lugar donde no pudiera ser dañada y que quedara fija, ya que por ser gas lo

que transporta cualquier imperfección u orificio sería motivo para que este escapara y no pudiera ser aprovechado debidamente.

A esta tubería se le añadió un respiradero a la mitad del tramo instalado que sirvió como válvula de escape la cual cumpliría su función al sobrecargarse el biodigestor (Figura 32).



Figura 32. Respiradero o válvula de escape del biodigestor

La tubería del biodigestor se dirigió a la cocina, lugar donde se instaló la estufa, procurando que el trayecto no fuera muy largo ($< 15\text{m}$), ya que el transporte del gas es por medio de desplazamiento-gravedad y no por presión como sucede en tuberías convencionales.

3.4.2.11. Adaptación de la estufa

La estufa que se conecto a la tubería proveniente del biodigestor fue adaptada para funcionar con el biogás. La adaptación consistió en retirar las boquillas que lleva cada quemador, pues estas son adecuadas solo para cilindros de gas comunes, que funcionan a presión.

3.4.2.12. Especificaciones finales

El biodigestor ya instalado necesitó un periodo de 30 días aproximadamente para que empezara a funcionar. Durante estos 30 días se añadió una cubeta de mezcla estiércol-agua (20 lt) diariamente. Esta actividad debe hacerse por tiempo indefinido o hasta que el biodigestor se encuentre sobre saturado pudiéndose notar en la válvula de escape, por que esta empieza a burbujear. Cuando esta deje de hacerlo, se debe reanudar la actividad.

Por ultimo, para evitar que los animales dentro de la finca dañaran la estructura del biodigestor se coloco una malla para gallinero al rededor de este (Figura 33).



Figura 33. Malla circulando el biodigestor para protección

3.4.3. RESULTADOS

Se estableció un biodigestor demostrativo en la comunidad Santa Rosita, Dolores, Peten.

3.4.3.1. Biodigestor Finca La Ceiba.

La finca La Ceiba, propiedad del señor Álvaro Solares cuenta con una extensión de 103.3 ha sembradas con pasto, las cuales se utilizan para actividades ganaderas. Debido a esto, se estableció como una opción para el aprovechamiento del estiércol generado dentro de la finca, un biodigestor el cual se muestra en la Figura 34, que produce gas para cocinar tres tiempos de comida, para una familia de 3 integrantes.



Figura 34. Biodigestor instalado finca La Ceiba, Santa Rosita, Dolores, Peten.

Este biodigestor sirvió como base para poder capacitar a otros productores de la comunidad (Figura 35) y que estos pudieran establecerlo en sus fincas como una alternativa para la utilización de subproductos de la ganadería y de ahorro económico para el hogar.



Figura 35. Productores de la comunidad Santa Rosita Dolores Peten, en capacitación sobre biodigestores.

3.4.4. EVALUACIÓN

- 1 El establecimiento de un biodigestor demostrativo se cumplió logrando el objetivo de poder presentar alternativas en el uso de productos o sub-productos generados en fincas ganaderas por parte del proyecto CATIE-NORUEGA/PD.
- 2 El biodigestor genera gas que sirve para cocinar y que no genera otros gastos aparte del costo de establecimiento, lo cual puede ser una fuente de ahorro económico para el hogar, pues en lugares de poca accesibilidad, como son las fincas de la mayoría de ganaderos estos tienen que comprar en cilindro de gas y pagar el transporte para llevarlo a sus viviendas lo cual es un costo de aproximadamente Q160.00 mensuales.
- 3 Con el establecimiento de este biodigestor se realizaron capacitaciones a los productores de la zona piloto del proyecto CATIE-NORUEGA/PD, logrando que estos tomaran la iniciativa de instalarlos en sus propias fincas.

