



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

TRABAJO DE DIPLOMA

**DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE ABSORCIÓN
DEL FERTILIZANTE NITROGENADO POR EL CULTIVO DE
MAIZ (*Zea mays* L.) Y LAS MALEZAS BAJO DIFERENTES
SISTEMAS DE LABRANZA**

AUTORES

**Br. RICARDO JOSE PRIETO PRIETO
Br. JOSE BISMARCK RODRÍGUEZ AMADOR**

ASESORES

**Ing. Agr. TELÉMACO TALAVERA MSc
Ing. Agr. MIGUEL JERÓNIMO RÍOS**

**MANAGUA, NICARAGUA
MAYO, 2001**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios todo poderoso, a quien le debo todos mis logros y sobre todas las cosas por haberme dado mi existencia, por acompañarme siempre en los momentos difíciles, así como en los alegres y por brindarme su protección y lograr alcanzar las metas propuestas.

A mi madre Azucena Prieto por apoyarme en los momentos más difíciles brindándome su amor cariñoso, seguridad y confianza inculcando en mis principios, valores de respeto hacia los demás.

A mi padre Ricardo Prieto A. por ser padre ejemplar, por su apoyo incondicional para lograr mis metas.

A mi esposa Yolandita con mucho Amor y Cariño por ser la fuerza vital que me impulsa a lograr mis metas.

A mi abuelo José María Prieto (q.e.p.d.) por haberme enseñado a querer la tierra.

A mis hermanos Margarita y Martín a quien les tengo un cariño especial.

A mi primo Hugo Altamirano por ser digno ejemplo a seguir.

A todas esas personas que han estado siempre conmigo, todo mi cariño y respeto para ellos.

Br. RICARDO JOSE PRIETO PRIETO

DEDICATORIA

A **DIOS** por su ayuda incondicional.

Muy especialmente a mi madre Gloria Amador que con esfuerzo y valor me supo guiar en todo este camino.

A mi esposa Yadira Zambrana como un ejemplo de amor y cariño.

A mi hijo Biesther, por ser el motor que me impulso a lograr mi meta.

A mis amigos por tener su apoyo incondicional.

Br. BISMARCK RODRÍGUEZ AMADOR

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo ha llegado a su conclusión gracias al esfuerzo de un grupo de personas.

Expresamos nuestro profundo agradecimiento por su valiosa cooperación:

Al Programa de Ciencias de las Plantas (PCP)- UNA – SLU y en especial a nuestros asesores. Msc. Francisco Telémaco Talavera Siles e Ing. Agr. Miguel Jerónimo Ríos quienes pacientemente supervisaron nuestro trabajo hasta la finalización del mismo.

Al señor César Dávila por su valiosa cooperación.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo.

Br. RICARDO JOSE PRIETO PRIETO Br. BISMARCK RODRÍGUEZ AMADOR

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
DEDICATORIA	I -II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE TABLA	Vi
INDICE DE FIGURA	Viii
INDICE DE ANEXO	ix
RESUMEN	X
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
III REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1 Eficiencia del fertilizante nitrogenado	5
3.2 Efecto de la incorporación de Rastrojo	8
3.3. Sistemas de labranza.	9
3.4 Clasificación de las malezas por su morfología	10
3.4.1 Distribución de malezas en el campo	10
3.4.2 Métodos de control de malezas	11
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1 Ubicación del ensayo	12
4.2 Tipo de suelo	13
4.3. Descripción del trabajo experimental	13
4.3.1 Parcela experimental	14
4.3.2 Descripción de los tratamientos	14
4.3.3 Manejo agronómico del experimento	15
4.3.3.1 Siembra	15
4.3.3.2 Fertilización	15
4.3.3.3 Control de plagas	16
4.3.3.4 Malezas y aporque	17
4.3.3.5 Cosecha	17
4.4. Variables a medir	17
4.4.1 Producción de materia seca y grano (kg/ha)	17
4.4.2 Comportamiento del nitrógeno en la planta y el suelo	18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la acumulación de materia seca del cultivo de maíz (<i>Zea Mays</i> L)	20
5.2 Comportamiento de las extracciones de nitrógeno Por los tejidos de la hoja.	22
5.3 Comportamiento de las extracciones de nitrógeno Por los tejidos del tallo.	24
5.4 Comportamiento de las extracciones de nitrógeno Por los tejidos de la raíz	25

5.5	Extracción de nitrógeno por los tejidos de la tuza.	27
5.6	Extracción de nitrógeno por los tejidos del olote	28
5.7	Extracción de nitrógeno por los tejidos del grano	29
5.8	Extracción de nitrógeno total y las provenientes Del fertilizante y suelo por el cultivo de maíz bajo distintos sistemas de labranza	31
5.9	Índice de cosecha en el cultivo de maíz	33
5.10	Eficiencia de utilización del fertilizante nitrogenado Por cada estructura vegetativa de la planta (E.F.A)	35
5.11	Eficiencia en la utilización del fertilizante nitrogenada Por la planta (E.F.A)	35
5.12	Efecto de los diferentes sistemas de labranza en la producción de materia seca de las malezas hoja fina y hoja ancha	38
5.13	Extracciones de nitrógeno por las malezas de hoja fina en diferentes sistemas de labranza	39
5.13.1	Malezas hojas finas	39
5.14	Extracciones de nitrógeno por las malezas de hoja ancha en diferentes sistemas de labranza	41
5.14.1	Malezas hojas anchas	41
5.14.2	Eficiencia de utilización del fertilizante aplicado por las malezas de hojas finas y hojas anchas	43
5.15	Efecto de la biomasa de la maleza en el rendimiento Del cultivo	44
VI.	CONCLUSIONES	47
VII	RECOMENDACIONES	49
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	50
	ANEXOS	54

INDICE DE TABLAS

TABLAS	Páginas
1.- Dimensiones del ensayo. La Compañía, Primera 1995.	14
2.- Tratamientos evaluados. La Compañía, Primera 1995.	14
3.- Epocas de aplicación del nitrógeno marcado (N^{15}) y urea comercial.	16
4.- Acumulación de materia seca de cada una de las partes de la planta de maíz bajo diferentes sistemas de Labranza La Compañía, Carazo. Primera 1995.	21
5.- Extracción del nitrógeno (kg/ha) proveniente del fertilizante, suelo y total en la hoja. La Compañía, Carazo. Primera 1995.	23
6.- Extracción del nitrógeno (kg/ha) proveniente del fertilizante suelo y total en el tallo. La Compañía, Carazo. Primera 1995.	25
7.- Extracción del nitrógeno (kg/ha) proveniente del fertilizante, suelo y total en la raíz. La Compañía, Carazo. Primera 1995.	27
8.- Extracción del nitrógeno (kg/ha) proveniente del fertilizante, suelo y total en la taza. La Compañía, Carazo. Primera 1995.	28
9.- Extracción del nitrógeno (kg/ha) proveniente del fertilizante, suelo y total en el olote. La Compañía, Carazo. Primera 1995.	29
10.- Extracción del nitrógeno (kg/ha), proveniente del fertilizante, suelo y total en el grano. La Compañía, carazo. Primera 1995	31
11.- Cantidad de Nitrógeno total (kg/ha) extraído por el cultivo proveniente del fertilizante y del suelo bajo diferentes sistemas de labranza. La Compañía, Carazo. Primera 1995	33
12.- Comportamiento de la eficiencia de aplicación del fertilizante nitrogenado en diferentes partes de la planta. La Compañía, Carazo, Primera 1995.	35
13.- Extracción del nitrógeno (kg/ha) proveniente del fertilizante, suelo y total en la maleza de Hoja fina. La Compañía, Carazo Primera 1995.	40.

14.- Extracción del nitrógeno (kg/ha) proveniente del fertilizante, suelo y total en la maleza de hoja ancha. La compañía, Carazo Primera 1995.

42

INDICE DE ANEXO

Anexo	Pagina
1.- Extracción de Nitrógeno por los diferentes órganos de la planta proveniente del suelo bajo distintos sistemas de Labranza. La Compañía, Carazo. Primera 1995.	54
2.- Extracción de nitrógeno por los diferentes órganos de la planta proveniente del fertilizante bajo distintos sistemas de labranza. La Compañía, Carazo. Primera. 1995.	54
3.- Extracción de nitrógeno proveniente del suelo y fertilizante por el cultivo del maíz bajo diferentes sistemas de labranza.	55
4.- Extracción de nitrógeno total por las diferentes órganos de la planta proveniente del fertilizante bajo distintos sistemas de labranza. La Compañía, carazo. Primera 1995.	55

RESUMEN

El presente trabajo, se realizó en el Centro Experimental La compañía, ubicado en el departamento de Carazo, Nicaragua. El objetivo fue evaluar la Eficiencia de Absorción del fertilizante Nitrogenado por el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) y las malezas bajo diferentes sistemas de labranza. El estudio consistió en un experimento de campo realizado en la época de primera, en suelos francos limosos, con buen drenaje, pH 6.5, los sistemas de labranza estudiados fueron: labranza cero, labranza cero más subsoleo, labranza convencional, labranza Convencional más subsoleo, labranza con bueyes y labranza con bueyes más rastros. La fertilización consistió en 60 kg P_2O_5 /ha (Superfosfato triple) al momento de la siembra. La aplicación de urea (90 kg/ha) se realizó en dos momentos con la diferencia que en la primera aplicación (22 dds) no se aplicó en la parcela útil ya que esta fue abonada con N^{15} , no obstante, a los 45 dds la aplicación fue pareja. El diseño utilizado fue de Bloques completos al azar (BCA), las poblaciones manejadas fue de 62,500ptas/ha. En la cosecha, las muestras de plantas fueron separadas en raíz, tallo, hoja, tuza, olote y grano a las cuales se les realizó análisis de N-Total (método semi-micro kjondalh) y de composición isotópica de N^{15}/N^{14} , usando espectrómetro de emisión NOI-6. Se concluye que: No existe diferencia significativa en las variables: producción de materia seca de las diferentes estructura del cultivo, extracción del contenido de nitrógeno proveniente del suelo y del fertilizante, así como en la extracción de nitrógeno total por las diferentes partes del cultivo. Existiendo únicamente diferencia en la materia seca de maleza y extracción de nitrógeno proveniente del suelo y total. La mayor producción de materia seca en la hoja, raíz, tallo, tuza, y olote se obtiene cuando el cultivo se establece en labranza cero+rastrojo, no obstante en grano la mayor producción es en labranza cero+rastrojo+subsoleo. La mayor producción de materia seca total, cantidad de nitrógeno total y cantidad de nitrógeno derivado del suelo se obtiene cuando el cultivo es plantado en el sistema labranza cero+rastrojo+subsoleo. Los valores del índice de cosecha al relacionar el rendimiento con la producción de materia seca oscilaron entre 0.5 0 y 0.6. Las estructuras del grano y hoja reflejan el mayor porcentaje de eficiencia de fertilización en comparación con las del tallo, olote, tuza y raíz. El cultivo establecido en el sistema labranza mínima presenta mayor porcentaje de eficiencia de fertilización nitrogenada. En maleza es mayor la producción de materia seca de las especies hojas anchas en comparación con las de hoja fina. La mayor cantidad de materia seca de hoja ancha y hoja fina se obtiene cuando el terreno se prepara bajo el sistema labranza cero+rastrojo+subsoleo. Las malezas de hoja ancha y hoja fina extraen mayor cantidad de nitrógeno derivado del suelo en comparación con el derivado del fertilizante. Las malezas de hoja ancha y hoja fina extraen mayor cantidad de nitrógeno total cuando se implementa labranza cero+rastrojo y labranza cero+rastrojo+subsoleo. Las malezas de hoja ancha son más eficiente en la extracción de nitrógeno siendo mejores extractoras cuando el terreno es preparado bajo el sistema labranza mínima. El cultivo presenta mejor rendimiento cuando se establece el sistema labranza cero+rastrojo+subsoleo.

I INTRODUCCIÓN

El maíz es una planta C_4 de origen antiguo (5000 años), probablemente vino de México, América Central o el sur este de Estados Unidos. No obstante es la planta nativa más valuable para el nuevo mundo, considerada internacionalmente importante. Es utilizada como alimento humano, para dar de comer a los animales de granjas, y como materia bruta para la industria. Su genética ha sido investigada más a fondo que cualquier otra planta de cosecha.

Este cultivo está en manos de pequeños productores y escasamente en grandes productores. una de las causas de la poca motivación es los bajos precios en el mercado, lo que conlleva al mal manejo agronómico no por desconocimiento sino más bien por la inversión con poco poder remunerativo.

Los bajos rendimientos se deben entre otras causas; a que éste cultivo se siembra usualmente en tierras marginales con prácticas inadecuadas de fertilización (Tapia, 1991), así como el alto costo de los insumos que le destinan a la producción agrícola obligando al empleo de técnicas que maximicen su eficiencia, ya que para el agricultor solo cuenta el rendimiento, pero es igualmente importante que este rendimiento se obtenga de una inversión mínima en fertilizante (Inpofos, 1990).

La reserva natural de nitrógeno de los suelos, es lo que se denomina fertilidad potencial. Sin embargo, solo se encuentra disponible para la planta, la fracción del mismo que se halla en forma de nitrato, lo que se denomina fertilidad actual (Fassbender, 1986).

La gran reserva de nitrógeno del suelo está constituida por la materia orgánica que se descomponen lentamente en amoníaco y nitrato los cuales son inmediatamente utilizables para las plantas (Fassbender, 1986).

El manejo del nitrógeno es importante en todas las fases de la agricultura por las diferentes razones, el manejo de nitrógeno puede influenciar la rentabilidad y/o la calidad del cultivo producido, pero también el exceso de nitrógeno tiene el potencial de contaminar la tabla de agua. El dilema que encuentran los productores es conocer cuánto fertilizante es necesario aplicar para cubrir las necesidades del cultivo y cuándo es necesario compensar las pérdidas por lixiviación causadas por exceso de lluvias o irrigación. Los cultivos para cereales (maíz y sorgo) en ciertas formas son afortunados porque pequeñas o moderadas cantidades de nitrógeno en exceso reducen generalmente los rendimientos (Inpofos, 1990).

El INTA (1995), recomienda una fertilización nitrogenada de 97 kg/ha, para el cultivo de maíz.

El nitrógeno representa de uno a cuatro por ciento del peso seco de la planta, las plantas reciben también nitrógeno del aire indirectamente, mediante organismos fijadores que desarrollan nódulos en las raíces de las leguminosas.

Basado en la problemática que aqueja a diario a los productores en los altos costos en insumos se trata de demostrar la importancia del manejo de rastrojo retribuyendo un poco la extracción de los elementos por el cultivo al suelo. Así como la mejor aplicación por parte del agricultor de todas las técnicas agrícolas (variedades seleccionadas, mecanización, control fitosanitario, utilización del agua, corrección y conservación del suelo, etc), sin que pueda ocultarse la influencia destacada de la fertilización entre ellas.

Este estudio comprende el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo diferentes sistemas de labranza e incorporación de rastrojos, aquí se comprobará la eficiencia que tienen los diferentes sistemas de labranza asociados con la incorporación de rastrojos en la disponibilidad del nitrógeno, ya que este es uno de los elementos que mayormente

demanda el cultivo, a la misma vez se comprobará la competencia que establecen las malezas con el cultivo.

Tomando en consideración la importancia que tiene el fertilizante nitrogenado en el incremento de la producción de grano de maíz y sobre la fisiología de la producción de materia verde y el uso generalizado por los productores, al hacer un uso irracional, sin tomar en cuenta la precisión y eficiencia de este elemento por el cultivo, se ha propuesto cumplir con los siguientes objetivos.

II OBJETIVOS

✓ **General**

- Determinar el efecto de los sistemas de labranza en la eficiencia de la fertilización nitrogenada en la producción de materia seca y rendimiento de Maíz.

✓ **Específicos**

- Determinar la producción de materia seca por cada estructura de la planta en los diferentes sistemas de labranza.
- Determinar la extracción de nitrógeno proveniente del suelo y fertilizante por el cultivo de maíz y las especies de malezas hoja fina y hoja ancha.
- Determinar la eficiencia de utilización del fertilizante nitrogenado por el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6.
- Evaluar el efecto de los sistemas de labranza en la producción de biomasa de materia seca de maleza de hoja ancha y hoja fina

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Eficiencia del fertilizante nitrogenado

La eficiencia en la utilización de fertilizante, consiste en una medición cuantitativa de la absorción real de los nutrientes del fertilizante por la planta en relación con la cantidad de nutrientes.

Para evaluar los efectos de las prácticas con fertilizante pueden utilizarse los métodos siguientes:

- a) El método clásico convencional

- b) Métodos basados en la absorción de nutrientes

- 1.- Método por diferencia

- 2.- Método Isotópico

Cabe mencionar que el único método directo para medir la absorción de nutrientes de los fertilizantes aplicados es mediante el uso de isótopos (AIEA, 1990).

Entonces podemos asegurar que la absorción de nutrientes se mide directamente utilizando un fertilizante marcado (N^{15}), para seguir las diferentes vías: movimiento descendente, pérdidas por lixiviación y escorrentía y la incorporación de N^{15} a las fracciones de nitrógeno del suelo.

Al emplear el N^{15} en estudio de fertilización, como técnica capaz de seguir el curso del nitrógeno aplicado y diferenciar el nitrógeno del suelo del fertilizante, por lo cual

se utilizan los métodos de espectrometría de masa y espectroscopia de emisión, ya que por los métodos convencionales es imposible hacerlo (FAO-AIEA, 1970).

Es importante el estudio de la eficiencia de uso del fertilizante por que el interés es obtener los rendimientos más altos posibles con la misma aplicación de fertilizante (Labrador, 1996).

La extracción por los cultivos es uno de los parámetros necesarios para determinar la recomendación de fertilización y para eso es necesario tomar en cuenta las demandas o extracción de nutrientes por el cultivo en cuestión, el contenido de nutrientes en el suelo, considerando además la eficiencia del fertilizante o fuente del nutrientes (Cooke, 1981).

La disponibilidad de un nutriente en el suelo depende no solamente de su naturaleza física y química si no también de la capacidad de la planta para tomarla a través de su sistema radical. Los nutrientes móviles son relativamente solubles y débilmente adsorbidos por las arcillas o la materia orgánica. Esta movilidad implica que el flujo de nutrientes ocurre en la dirección neta del movimiento del agua en el suelo. En esta categoría, la forma nítrica del nitrógeno y el azufre como sulfato se comportan como nutrientes móviles en el suelo (Teuscher & Adler, 1987).

Se puede señalar que el dilema que encuentran los productores al momento de sembrar es conocer cuánto fertilizante es necesario aplicar para cubrir las necesidades del cultivo y cuándo es necesario compensar las perdidas por lixiviación causadas por exceso de lluvia o irrigación. Los cultivos para cereales (maíz y sorgo) en cierta forma son afortunados por que pequeñas o moderadas cantidades de nitrógeno en exceso reducen generalmente los rendimientos.

Para su normal crecimiento y desarrollo la planta de maíz necesita muchos elementos nutritivos, entre estos hay 16 ó 17 de mayor importancia. Con mucha

frecuencia, los suelos agrícolas tienen escasez de los denominados elementos nutritivos primarios principales, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio, por ello no puede esperarse un crecimiento normal de la planta de maíz a menos que se incorporen estos elementos nutritivos (Potash & Phosphate Instituto, 1988).

El maíz responde a aplicaciones de nitrógeno en el 96% de los casos, principalmente en cantidades que oscilan entre 77 y 98 kg/ha (2.5 a 3.5 qq/mz de urea).

Este tipo de análisis se basa en el concepto de que la concentración de un elemento esencial en la planta o parte de la planta indica la habilidad del suelo para proporcionar este nutrientes. En este caso la planta funciona como solución extractora, se asume que la extracción de nutrientes en la planta está directamente relacionada con la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo para las plantas, también se asume hasta cierto punto que el contenido de nutrientes en la planta está directamente relacionado con la producción (Cairo, 1980).

La expresión de análisis foliar usualmente se refiere al análisis cuantitativo del contenido de un macro o micro nutrientes en toda la planta o en parte de ella.

Según Etchevers (1988), el objetivo del análisis químico de plantas es predecir las deficiencias en un cultivo actual o el que le sigue. Determinar toxicidades e imbalances minerales, establecer recomendaciones de fertilización, control de la efectividad de las prácticas actuales de fertilización, medición de los nutrientes removidos por el cultivo, levantamiento nutricionales de regiones, distintos tipos de suelos, prevención de rendimiento, estimación de nutrientes disponibles en dietas de animales. Además este análisis químico de plantas permite hacer una relación entre concentración de nutrientes y rendimiento.

Las razones consisten en indicar si los nutrientes aplicados han ingresado en la planta. Cuando no se obtiene repuesta a la aplicación de nutrientes se puede

concluir que el suelo tenía adecuado contenido de estos nutrientes aun cuando los rendimientos continúen deprimidos o no sean lo que normalmente se obtienen. En estos casos es necesario considerar que existen otros factores como localización inadecuada, propiedades químicas del suelo, estrés de humedad o presencia de plagas que pueden haber interferido en la absorción, solamente el análisis foliar permitirá conocer si el nutriente ha ingresado en la planta o no (Etchevers, 1988).

El contenido o concentración de un elemento puede ser clasificado de diferente maneras. La manera más simple es clasificar el contenido como bajo, medio y alto o adecuado.

Cabe mencionar que el isótopo N^{15} , permite una mayor precisión en los estadios de marcha, absorción y movimiento de nitrógeno de la planta (Friend *et al.*, 1976).

El nitrógeno sea del suelo o del fertilizante es absorbido por las raíces de las plantas de maíz tanto en forma amoniacal como nítrica (Viets *et al.*, 1946), pero está determinado que éste cultivo, preferiblemente en los primeros estadios de crecimiento y el ion nitrato (NO_3^-), en los estadios finales (Schradler *et al.*, 1972).

El nitrógeno es un elemento bastante móvil, en su dinámica se presentan fenómenos de mineralización, fijación, desmineralización, lixiviación y volatilización.

3.2 Efecto de la incorporación de rastrojo

Los rastrojo al ser incorporados al suelo se descomponen por la acción de las bacterias, toda incorporación de rastrojo al suelo aumenta la fertilidad nitrogenada potencial (nitrógeno orgánico) conjuntamente disminuye la fertilidad nitrogenada actual (nitratos) en el corto plazo ya que las bacterias necesitan tiempo para actuar. De aquí la importancia de los barbechos, ya que un cultivo puede evidenciar

síntomas de deficiencias en un suelo de alta fertilidad potencial por haberse efectuado un barbecho corto (Selke, 1968).

3.3 Sistemas de labranza

La labranza es una técnica junta con otras que tiene mucha importancia para la producción de cultivos y está determinada por la capacidad económica del productor y de la disponibilidad de recursos en maquinaria y mano de obra. Es decir, que su implementación dependerá del costo del sistema de labranza, la rentabilidad del cultivo, el destino final del producto (autoconsumo o mercado), y el costo del deterioro del suelo. En realidad el objetivo principal de la labranza es modificar las condiciones del suelo para eliminar o reducir algunas limitaciones, principalmente física para la producción de cultivos. Sin embargo, su mal uso o aplicación en momentos no adecuados y/o en forma no ajustada al suelo, clima, etc, puede conducir al deterioro de la estructura del suelo, a reducir la infiltración e incremento en la escorrentia y erosión, a la contaminación de las aguas y en general a la degradación del suelo y del ambiente.

Existen 3 métodos de labranza ampliamente utilizados: labranza cero, labranza mínima y labranza convencional.

Labranza cero: consiste en hacer un hueco en el suelo previo a la chapia y aplicación de herbicida. Existen otros métodos de siembra como:

Labranza mínima o reducida son aquellos en los cuales se usa un menor número de operaciones de preparación de tierra (poner en condiciones de que absorba el agua y resista la erosión) y para la obtención de un medio que canaliza a una rápida germinación y emergencia y a un desarrollo de la planta. Este sistema de labranza presenta algunas ventajas como: reducir en gran medida la labor de remoción del

suelo, disminuir la susceptibilidad del suelo a la erosión en comparación con la labranza que abarca la totalidad de la superficie de la parcela (Lafitte, 1988).

Este sistema de labranza tiene las siguientes ventajas reduce los problemas de compactación, evita la erosión (Tapia & Camacho 1988; citado por Toruño, 1992); mejora las propiedades físicas y mantiene la humedad de los suelos, así como el ahorro de combustible, mano de obra e insumos (Tapia & Camacho, 1988). Ventajas que permiten obtener mayores rendimientos y fomentar la fertilidad del suelo

Labranza convencional se define como el uso de arado, rastra y/o implemento para la remoción del suelo y se utiliza en aquellos terrenos cuya topografía lo permita. Este tipo de labranza tiene sus ventajas como airear el suelo, reducir la incidencia de algunos insectos y enfermedades, mejora la infiltración de agua, mantener nivelado el terreno, preparar una buena cama de siembra y romper las capas duras.

La desventaja que este sistema presenta es: favorecer la erosión, ocasionar compactación, producir grandes pérdidas de humedad, provocar cambios en las estructuras del suelo.

3.4 Clasificación de las malezas por su morfología

Las plantas que producen semillas se clasifican en angiospermas y gimnospermas. La mayoría de las malezas son angiospermas, que se clasifican en monocotiledóneas y dicotiledóneas, según el número de cotiledones en la semilla. Estas son conocidas como hojas anchas y hojas angostas (gramíneas y ciperáceas) (Aleman, 1996).

3.4.1 Distribución de malezas en el campo

Las malezas son plantas que se encuentran en todos los agroecosistemas que sufren disturbios constante causada por la actividad agrícola del hombre. Las

malezas son plantas más frecuentes en las áreas agrícolas, ganadera, forestales, industriales, acuáticas, carreteras y áreas verdes. Son consideradas plantas nocivas y son las que tratamos de controlar para reducir o evitar la interferencias con los cultivo o nuestras actividades recreativas (Pitty, 1997).

3.4.2 Métodos de control de malezas

El control de malezas de un cultivo es con el propósito de que éstas no compitan con el cultivo por espacio, luz, agua y nutrientes; ya que provocan un desarrollo indebido del cultivo al no tener a su disposición todos los elementos necesarios para un buen desarrollo; las malezas son además hospederas de plagas del cultivo. El control de malezas se realiza de forma cultural, mecánica y química.

Además, el control se dificulta con malezas de tipo leñosos o con aquellas que tiene un sistema radicular profundo y muy extendido. Con malezas que tienen un crecimiento avanzado, el machete es la mejor opción, pero con malezas pequeñas el azadón es más efectivo. Para el control de malezas que se reproducen vegetativamente o que tienen la capacidad de rebrotar el machete no es efectivo ya que elimina solamente la parte aérea y solo durará el tiempo que le tome a la maleza rebrotar.

El uso del azadón contra este tipo de malezas podría ayudar a la multiplicación de ellas. El azadón es más efectivo contra malezas anuales y algunas bianuales. Muchas malezas perennes que ya están establecidas pueden ser controladas con azadón pero se requiere repetir varias veces la práctica. El azadón es el instrumento más popular en los países tropicales y subtropicales debido a que es más fácil de usar y es más rápido que tratar de remover las malezas a mano (Pitty, 1997).

IV MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización o ubicación del ensayo

Este estudio consistió en un experimento de campo realizado durante la época de primera (Junio - Septiembre) de 1995, En el Centro Experimental "La Compañía" ubicada en el departamento de Carazo, situado a 45 km de Managua; entre Masatepe y San Marcos, ocupando un área de 1080 m².

El centro experimental se encuentra 11° 54" 00" latitud Norte, 86° 09"00" longitud oeste a una altura de 480 msnm. El lugar cuenta con una temperatura promedio anual de 23.5 °C y una precipitación anual de 1200 - 1500 mm, pendiente de 6 a 7 por ciento, una humedad relativa promedio de 85 % pH de 6.5. El clima es de tipo tropical estacional. Todos estas propiedades lo hacen ser considerado como adecuado para la mayoría de los cultivos, aunque estos solo han sido destinados al cultivo de maíz y frijol.

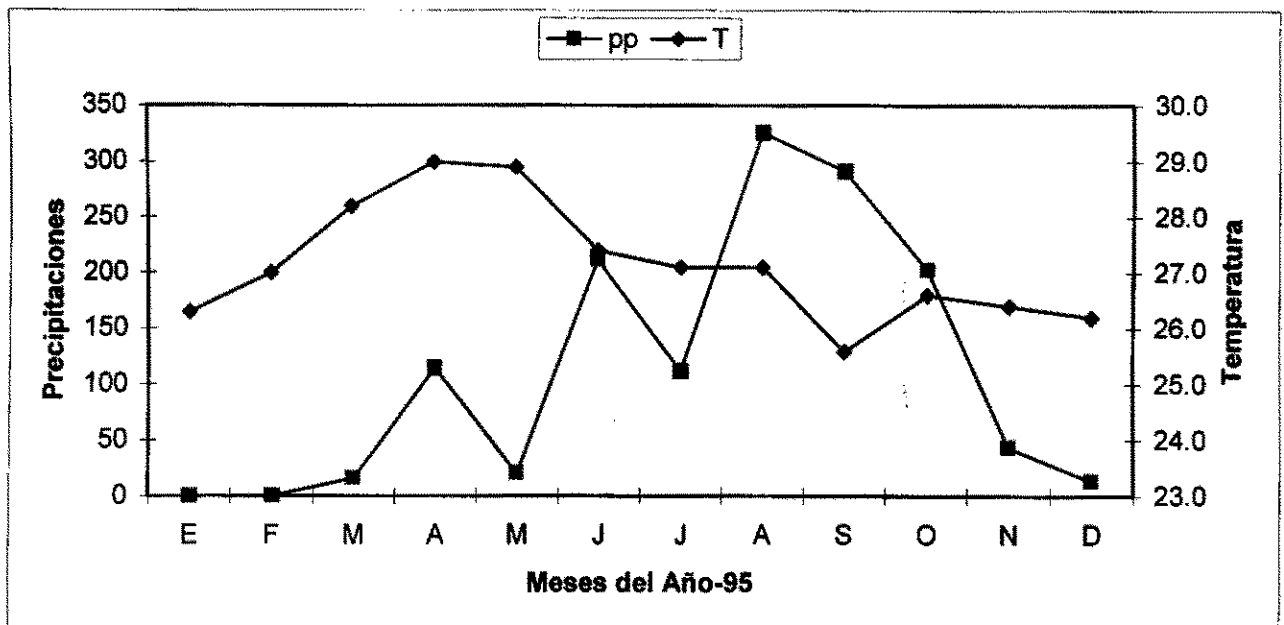


Figura 1. Comportamiento de las precipitaciones de la zona en estudio. La Compañía, Carazo. Postrera 1995.

4.2 Tipo de suelo

El suelo en la finca experimental La Compañía, es franco arenoso, con buen drenaje y se cree que se ha desarrollado de cenizas volcánicas, pH de 6.5, pendiente de 6-7 por ciento y alto contenido de materia orgánica. Sus principales cultivos han sido maíz y frijol (Talavera 1995). Según Tapia & Camacho (1988), posee alta capacidad de fijación de fósforo.

Este suelo es ligeramente ácido presentando niveles altos en nitrógeno total, a sí como en calcio, magnesio, cobre y zinc, su contenido de hierro está por arriba del nivel crítico de deficiencia y su contenido de manganeso es bajo

4.3 Descripción del trabajo experimental

Los tratamientos se establecieron en un diseño de Bloques completos al Azar (BCA) con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Se realizó una análisis de varianza (ANOVA) para todas las variables y la comparación de medias fue a través de Duncan al 95%.

Se utilizó la variedad NB-6 con un ciclo de 120 días, de polinización libre y capacidad de rendimiento de 3 891-4 540 kg/ha (Urbina, 1991).

4.3.1 Parcela Experimental

La parcela experimental estuvo constituida por 15 surcos de 15 m de largo y 12m de ancho, espaciados 0.8 m, la cual dio un área de 180 m².

Se tomó como parcela útil los 4 surcos centrales los cuales fueron demarcados N¹⁵ con una longitud de 1.4 m x 3.2 m de ancho, los cuales recibieron el fertilizante marcado con un área de 4.48 m².

Tabla 1. Dimensiones del ensayo. La Compañía, Primera 1995

Componente	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m ²)
Unidad experimental	15	12	180
Parcela útil	1.4	3.2	4.48
Bloque	3.75	12	45
Area total	90	12	1080

4.3.2 Descripción de los tratamientos

El establecimiento de estas parcelas se realizó un año anterior al experimento, donde se ha venido cultivando de manera rotativa el maíz y frijol.

Tabla 2. Tratamientos evaluados. La compañía, Primera 1995.

Tratamiento	Descripción
T1 Labranza cero+Rastrojo. (Lc+Rtj)	No se realizó ninguna preparación de suelo, los residuos de la cosecha anterior se dejaron como mulch en la superficie del suelo y la siembra se realizó al espeque.
T2 Labranza cero+Rastrojo+ Subsuelo. (Lc+Rtj+ss)	Se realizaron todas las labores similares al tratamiento 1, con la diferencia que se realizó la actividad de subsoleo.
T3 Labranza Convencional. (Lco)	Se realizó un pase de arados y dos pases de gradas, además del banqueo y la raya de siembra, los residuos lo extrajeron.
T4 Labranza Convencional+Rastrojos + Subsuelo. (Lco+Rtj+ss)	Se realizaron todas las labores similares al tratamiento 3, con la diferencia que los residuos se incorporaron y se realizó la actividad de subsoleo.
T5 Labranza Mínima. (L min)	Los residuos se extrajeron del terreno y se realizaron dos pases de arados egipcios con bueyes uno de rompimiento y uno para la siembra.
T6 Labranza Mínima +Rastrojos. (Lmin+Rtj)	Se realizan dos pases de arado igual que el T5, pero los residuos, se incorporan.

4.3.3 Manejo agronómico del experimento

4.3.3.1 Siembra

El estudio se efectuó durante la época de primera de 1995, realizándose la siembra el 28 de mayo y la cosecha el 2 de octubre.

El método de siembra fue de forma manual, el 28 de mayo de 1995 en época de primera depositando 2 semillas por golpe, utilizando la variedad de maíz NB-6 con un porcentaje de germinación del 90%. Se utilizó un promedio de 12 semillas por metro lineal. La distancia entre surcos fue 0.8 m y entre plantas 0.2 m. para una población de 62,500 plantas/ha, después del raleo.

4.3.3.2 Fertilización

La fertilización fosfórica fue aplicada toda al momento de la siembra en forma de superfosfato triple con un 46% de P_2O_5 en una dosis de 60 kg P_2O_5 /ha. La fertilización nitrogenada con urea marcada, se realizó a los 22 días en una dosis de 45 kg de N/ha en una sola aplicación. La aplicación de urea (90 kg/ha) se realizó en dos momentos con la diferencia que en la primera aplicación no se aplicó en la parcela útil ya que esta fue abonada con N^{15} , No obstante, a los 45 dds la aplicación fue pareja.

Tabla 3. Épocas de aplicación del nitrógeno marcado (N^{15}).

Tratamiento	22 DDE
Lc+Rtj	45 * kg/ha
Lc+Rtj+ss	45 * kg/ha
Lco	45 * kg/ha
Lco+Rtj+ss	45 * kg/ha
Lmin	45 * kg/ha
Lmin+Rtj	45 * kg/ha

DDE= Días después de la emergencia

* = N – fertilizante marcado con N^{15}

El nitrógeno marcado con N^{15} (urea 46%, marcado con 20% de átomos de ^{15}N en abundancia) solamente se aplica a los cuatros surcos que constituían las parcelas útiles (4.48 m²).

Todos los fertilizantes (N^{15} , Urea, SFT), fueron aplicados en forma sólida, al fondo del surco, en línea continua, lo más uniforme posible. Después de aplicado se cubrieron con una leve capa de suelo, para evitar todo contacto de la semilla con el fertilizante.

4.3.3.3 Control de plagas

Al momento de la siembra se aplicó el insecticida Furadán 10G (Carbofuradán), a razón de 16 kg/ha para el control de plagas de suelo.

El control de plagas fue realizado mediante la aplicación de insecticida utilizando bomba de mochila. Las plagas que presentaron la mayor actividad o incidencia fueron: el cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y el gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*), para el control tanto de cogollero y falso medidor se aplicó Tamarón 600 (metamidofos). Estas plagas presentaron bastante actividad pero el control fue efectivo. La dosis aplicada fue 1 L/ha.

4.3.3.4 Malezas y aporque

El control de la maleza, fue realizado de forma manual con bomba de mochila, se aplicó el herbicida Gramoxone (Paraquat) al momento de la siembra y con limpiezas periódicas con la ayuda del azadón. El aporque se realizó a los 30 dds.

4.3.3.5 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual a la madurez fisiológica del cultivo.

4.4 Variables a medir

4.4.1 Producción de materia seca y granos (kg/ha)

La recolección de las muestras fue realizada cuando las plantas se encontraban en su punto de madurez fisiológica. En los surcos laterales se dejó 0.8 m de borde, habiéndose cosechado un total de 20.8 m² por parcela incluyendo el área de la microparcela 16.32 m². Las plantas se cortaron evitándose pérdidas en mazorcas y rastrojos y se pesaron separadamente para obtener el peso fresco tanto de grano como de rastrojo (PFG y PFR).

En la microparcela marcada con N¹⁵ fueron cosechados 2 m lineales equivalentes a 1.6 m² habiéndose dejado de borde 0.2 m en los extremos del área marcada. Estas plantas al igual que en el caso anterior fueron separadas en mazorcas y rastrojos, las mazorcas fueron desgranadas para obtener muestras representativas para obtener el peso fresco (PFG). El rastrojo después de pesado fue picado finamente con una máquina y fueron tomadas muestras representativas. Por último fueron cosechadas las raíces para obtener peso fresco.

Las muestras, tanto de rastrojo, granos y raíces después de pesados (PF) fueron llevadas al laboratorio para ser secadas al horno con circulación de aire, donde permanecieron 72 horas a 65 °C, obteniéndose por consiguiente la fracción de materia seca. Posteriormente estas muestras fueron molidas finamente para determinar el contenido de N-Total (Kjeldahl) y ¹⁵N (Espectrómetro de emisión). De los datos obtenidos de la micro parcela marcada fue posible deducir las relaciones siguientes:

$$\text{Fracción de materia seca (FMS)} = \frac{\text{peso seco grano o Rastrojo (PS)}}{\text{peso fresco de grano o Rastrojo (PF)}}$$

La materia seca se calculó usando las expresiones siguientes:

- Materia seca de grano (MSG) = Peso fresco grano (PFG) x Fracción de materia seca de grano (MSG).
- Materia Seca de Rastrojo (MSR) = Peso fresco Rastrojo (PFR) x Fracción de materia Seca Rastrojo (MSR).

4.4.2 Comportamiento del nitrógeno en la planta y en el suelo

- Nitrógeno total en la planta y grano (kg/ha).
- Porcentaje y cantidad de Nitrógeno en la planta, grano y rastrojo proveniente del fertilizante (%NPPF y kg/ha)
- Porcentaje y cantidad de Nitrógeno en la planta, grano y rastrojo proveniente del suelo (%NPPS y kg/ha).

La cantidad total de nitrógeno extraído por el cultivo se calculó usando la siguiente expresión matemática:

$$\text{QNT grano kg/ha} = (\% \text{ Ngrano}/100) \times \text{MSG kg/ha}$$

$$\text{QNT rastrojo kg/ha} = (\% \text{ Nrastrojo}/100) \times \text{MSR kg/ha}$$

$$\text{QTN (Kg/ha)} = (\text{QNT grano kg/ha}) + (\text{QTN Rastrojo kg/ha})$$

El cálculo de la composición isotópica de las muestras fue determinada a través de las fórmulas de Trivelin *et al.*, (1973) & vose (1980).

La fracción de N¹⁵ en la planta, proveniente del fertilizante (FNPPF), se calculó por la expresión:

$$\text{FNPPF} = \frac{\% \text{ átomos N}^{15} \text{ exceso en la planta}}{\% \text{ átomos N}^{15} \text{ exceso en el fertilizante}}$$

$$\text{EFA}(\%) = \frac{\text{QNDF kg/ha}}{\text{QNA kg/ha}} * 100 \quad \text{Donde: QNA= Cantidad de nitrógeno aplicado}$$

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la acumulación de materia seca del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

La planta de maíz acumula materia seca rápidamente después del desarrollo inicial de las hojas, alcanzando un máximo cuando la planta llega a su madurez fisiológica (Pearson, 1990).

Se puede corroborar en la Tabla 4 que el análisis estadístico realizado en la variable producción de materia seca en cada parte de la planta no presenta diferencia significativa. De igual manera la comparación de media por DUNCAN establece una sola categoría.

La mayor producción de materia seca de manera general se obtuvieron cuando se preparó la tierra bajo el sistema de labranza cero + rastrojo + subsoleo. Esto probablemente se debe a que en este sistema existía mayor disponibilidad de los requerimientos básicos para el crecimiento y desarrollo. Sin embargo, no fue en este sistema donde se obtuvo el mayor rendimientos del cultivo.

Según la FAO (1976), la practica de usar residuos de cosecha en la labranza cero mejora el reciclaje de los nutrientes de las capas profundas del suelo, presenta mayor retención de humedad y reduce pérdida de suelo y fertilidad por escorrentía.

La menor producción de materia seca de las variables en estudio se obtuvieron cuando el cultivo fue establecido en el sistema labranza convencional + rastrojo + subsoleo a excepción de la hoja que fue en labranza mínima + rastrojo. Se puede señalar que la producción de materia seca de cada estructura de la planta se presenta de manera descendente de acuerdo al siguiente orden: grano, hoja, tallo, olote y raíz.

Basándose en estas cantidades de materia seca de las partes anteriormente mencionadas extraerán cierta cantidad de los diferentes elementos que las plantas necesitan para desarrollar sus diferentes etapas fonológicas, aunque en el estudio básicamente se centró en las extracciones de nitrógeno de cada parte de planta.

De manera general se puede señalar que estas cantidades de materia seca de cada una de las partes de la planta están muy por debajo de las obtenidas por Torrentes & Rizo (1999) y Ríos (1999), quienes evaluaron la producción de materia seca de estas mismas partes del cultivo. Esta baja producción de materia seca puede deberse al tipo de rastrojo incorporado que fue el derivado del cultivo de maíz, dado a que este incorpora poca cantidad de nitrógeno que es uno de los elementos que mayor demanda el cultivo, así como la baja repuesta a la fertilización química.

Black (1975), afirma que la deficiencia de nitrógeno más que la de cualquier otro nutrimento, es la que con mayor frecuencia limita el crecimiento de las plantas, pues estas lo necesitan en grandes cantidades.

Tabla 4. Acumulación de materia seca de cada una de las partes de la planta de maíz bajo diferentes sistemas de labranza. La Compañía, Carazo. Primera, 1995.

TRAT	Hoja	Tallo	Raíz	Tuza	Olote	Grano
	kg/ha					
Lc+Rtj	681.92 a	683.03 a	53.56 a	356.02 a	331.47 a	1348.09 a
Lc+Rtj+ss	738.84 a	698.66 a	69.19 a	399.55 a	338.16 a	1414.66 a
Lco	668.52 a	601.50 a	59.14 a	264.51 a	257.6 a	1140.54 a
Lco +Rtj+ss	662.94 a	495.53 a	43.52 a	225.44 a	216.5 a	742.08 a
L min	690.29 a	628.35 a	54.68 a	373.88 a	287.9 a	1218.87 a
L min+Rtj	611.60 a	607.13 a	54.68 a	306.91 a	281.2 a	1077.01 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS
% CV	21.79	20.54	35.46	32.08	34.05	37.63

5.2 Comportamiento de las extracciones de nitrógeno por los tejidos de la hoja

La hoja ha sido escogida por muchos investigadores como el tejido diagnóstico ya que en ella se realiza la fotosíntesis, y en las células de sus tejidos ocurre la síntesis de compuestos a un ritmo muy rápido, la concentración de los nutrientes en las hojas influye no solamente sobre el proceso fotosintético si no también sobre muchos procesos fundamentales de la planta.

Se puede observar en la Tabla 5 que no existe diferencia significativa en las cantidades de nitrógeno derivadas del fertilizante, del suelo y el total en la hoja. De igual manera la separación de medias por DUNCAN no establece diferencia significativa.

De manera general se puede argumentar que los tejidos de las hojas extrajeron mayor cantidad de nitrógeno derivado del suelo y que las menores extracciones de nitrógeno fueron provenientes del fertilizante. Si comparamos en términos porcentuales las cantidades extraídas de nitrógeno podemos señalar que un 81.96 % es proveniente del suelo cuando el cultivo se estableció en labranza cero+rastrojo+subsoleo y un 67.46 % en labranza convencional +rastrojo+subsoleo.

Para las cantidades de extracciones derivadas del fertilizante se tiene un 32.54 % en el sistema labranza convencional+rastrojo+subsoleo y 18.06 % en el sistema labranza cero+rastrojo+subsoleo. Las mayores cantidades de extracciones totales de nitrógeno se presentó en el sistema labranza cero+ rastrojo+subsoleo y las menores en el sistema labranza convencional.

Según los resultados obtenidos existe una relación directamente proporcional entre la producción de materia seca de la hoja y las extracciones totales de nitrógeno por los tejidos de la misma ya que a mayor producción de materia seca de la hoja se

tiene la mayor extracción de nitrógeno de forma recíproca la menor producción de materia seca de la hoja tenemos las menores extracciones de nitrógeno (Tabla 5).

Estos resultados coinciden con lo argumentado por Arzola *et al.*, (1981) al afirmar que un incremento de nitrógeno produce mayor área foliar, mientras que Jhones (1985), indica que una escasez del mismo da como resultado una menor área foliar

Debido al hecho de que a mayor número de hojas, habrá un proceso más acelerado de fotosíntesis, y que con un mayor número de hojas en el período de crecimiento inicial, se puede aumentar los rendimientos de la cosecha, en la etapa final del cultivo. Por esta razón es importante tener una cantidad pequeña de nutrimento cerca de las plantas pequeñas, para promover el crecimiento inicial y la formación de hojas grandes saludables (Kass, 1996).

Tabla 5. Extracción del nitrógeno (kg/ha) proveniente del fertilizante, suelo y total en la hoja. La Compañía, Carazo. Primera, 1995.

TRAT	MS	Q NDF	Q NDS	Q NT
Kg/ha				
Lc+Rtj	681.92 a	1.85 a	6.70 a	8.55 a
Lc+Rtj+ss	738.84 a	1.63 a	7.36 a	8.98 a
Lco	668.52 a	1.78 a	6.74 a	8.52 a
Lco +Rtj+ss	662.94 a	2.87 a	5.95 a	8.82 a
L min	690.28 a	2.60 a	5.53 a	8.13 a
L min+Rtj	611.60 a	1.80 a	5.48 a	7.27 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
% CV	20.51	23.28	20.51	23.29

MS: Materia seca

QNDF: Cantidad de nitrógeno derivado del fertilizante

QNDS: Cantidad de nitrógeno derivado del suelo

QNT: Cantidad de nitrógeno total

5.3 Comportamiento de la extracción de nitrógeno por los tejidos del tallo

El tallo es el eje central de la planta, es cilíndrico en la base y ovalado hacia el ápice, su longitud se considera una característica varietal, aunque para las variedades corrientemente cultivadas, la altura varía de 2 a 3 metros. Los tallos contienen la médula típica de las poáceas la cual sirve como lugar de almacenamiento para los fotosintatos producidos en las hojas y desde allí son translocados hacia los granos en desarrollo del olote.

En la Tabla 6 se demuestra que las extracciones de nitrógeno derivadas del suelo, fertilizante y total por los tejidos del tallo en los diferentes sistemas de labranza que no existe diferencia significativa, de la misma manera la separación de medias por DUNCAN establece una sola categoría. Este resultado no concuerda con los obtenidos por Torrentes & Rizo (1999), quienes encontraron diferencia significativa en las extracciones totales de nitrógeno por el tallo bajo estos mismos sistemas de labranza.

En cuanto a los sistemas de labranza, las mayores extracciones de nitrógeno proveniente del fertilizante fueron en labranza mínima y para las extracciones derivadas del suelo y total en la labranza cero+rastrojo+subsoleo. Al hacer una relación porcentual en cuanto a la mayor extracción total, podemos afirmar que un 82 % de la cantidad de nitrógeno es proveniente del suelo y un 18 % es proveniente del fertilizante. La menor extracción de nitrógeno por el cultivo de maíz establecido en el sistema labranza convencional+rastrojo+subsoleo y 73.6 % proviene del suelo y un 26.4 % del fertilizante.

Al comparar las extracciones por los tejidos de la hoja (Tabla 5) con las del tallo (Tabla 6) podemos señalar que las estructuras de las hojas extraen mayores cantidades de nitrógeno tanto del suelo como del fertilizante. García & García (1982), afirman que la utilización de nitrógeno por la planta de maíz está más favorecida en tallo y hoja. Es notorio que en el sistema labranza cero+rastrojo+subsoleo se

obtuvieron las mayores extracciones totales de nitrógeno por los del tejido del tallo lo cual incidió en obtener la mayor producción de materia seca en el tallo. Esto coincide con Cuadra (1989), al señalar que niveles altos de nitrógeno ocasiona mayor producción de tejidos y un mayor peso de plantas.

Las extracciones totales de nitrógeno por el tallo se consideran bajas al compararlas con las obtenidas por Torrentes & Rizo (1999), quien evaluó esta misma variable encontrando extracciones entre 4.37 a 20.15 kg/ha.

Tabla 6. Extracción del nitrógeno (kg/ha) proveniente del fertilizante, suelo y total en el tallo. La Compañía, Carazo. Primera, 1995.

TRAT	MS	Q NDF	QNDS	Q NT
	kg/ha			
Lc+Rtj	683.03 a	0.52 a	2.5 a	3.02 a
Lc+Rtj+ss	698.66 a	0.62 a	2.80 a	3.41 a
Lco	601.50 a	0.62 a	1.89 a	2.50 a
Lco +Rtj+ss	495.53 a	0.63 a	1.76 a	2.39 a
L min	628.35 a	0.88 a	2.12 a	3.00 a
L min+Rtj	607.13 a	0.66 a	2.01 a	2.67 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
% CV	20.54	9.88	23.05	21.48

MS: Materia seca

QNDF: Cantidad de nitrógeno derivado del fertilizante

QNDS: Cantidad de nitrógeno derivado del suelo

QNT: Cantidad de nitrógeno total

5.4 Comportamiento de las extracciones de nitrógeno por los tejidos de la raíz

El sistema radical del cultivo de maíz es abundante y fibroso constituido por tres tipos de raíces: seminales, permanentes y raíces nodales, donde las raíces permanentes son las responsables de la nutrición de la planta durante todo el ciclo vegetativo y constituido por las raíces principales y capilares (Somarriba, 1997).

El análisis estadísticos realizado a las extracciones de nitrógeno derivadas del fertilizante, suelo y total por los tejidos de las raíces refleja que no existe diferencia significativa entre los sistemas de labranza de igual forma la comparación de medias

por DUNCAN establece una sola categoría. Estos resultados coincide con los obtenidos por Torrentes & Rizo (1999), al no encontrar diferencias significativas (Tabla 7).

De manera descriptiva se puede señalar que las mayores extracciones de nitrógeno por el sistema radicular proveniente de las dos fuentes y el total, se presentaron en las plantas cultivadas bajo el sistema de labranza cero+rastrojo+subsoleo considerándose las extracciones totales como bajas al compararlas con las obtenidas por Torrentes & Rizo (1999), al reflejar extracciones entre 1.7 a 2.7 kg/ha bajo estos mismos sistemas de labranza.

Según Black (1975), dentro de los límites de interés práctico, un aumento en el suministro de nitrógeno hace crecer más las partes aéreas que las raíces de la planta.

El cultivo establecido en labranza cero+rastrojo+subsoleo extrajo la mayor cantidad de nitrógeno total con un 26.56 % derivado del fertilizante y 71.88 % derivado del suelo. Sin embargo, las menores extracciones se obtuvieron bajo el sistema labranza convencional+rastrojo+subsoleo derivándose un 31.25 % del fertilizante y 68.75 % del suelo.

Basados en los resultados obtenidos podemos aseverar que no se coincide con la hipótesis de Tinker *et al.*, (1996), al postular que en un campo bajo labranza mínima se logra un equilibrio de nutrimentos en la zona radical como consecuencia de la absorción y el reciclaje realizado por la planta.

Kramer (1983), señala que si bien hay más raíces superficiales con la labranza mínima con rastrojo, el crecimiento profundo tiende a seguir como en la labranza convencional .

Según Urquiaga *et al.*, (1985), señala que aunque la extracción de nitrógeno por las raíces disminuya, al final del ciclo no deja de absorber nitrógeno lo cual indica que las raíces todavía extraen nitrógeno.

Tabla 7. Extracción del nitrógeno (kg/ha) proveniente del fertilizante, suelo y total en la raíz. La Compañía, Carazo. Primera, 1995.

TRAT	MS	Q NDF	Q NDS	Q NT
	kg/ha			
Lc+Rtj	53.56 a	0.07 a	0.29 a	0.37 a
Lc+Rtj+ss	69.19 a	0.17 a	0.46 a	0.64 a
Lco	59.14 a	0.09 a	0.35 a	0.45 a
Lco +Rtj+ss	43.52 a	0.10 a	0.22 a	0.32 a
L min	54.68 a	0.10 a	0.27 a	0.36 a
L min+Rtj	54.68 a	0.09 a	0.30 a	0.39 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
% CV	35.64	29.41	24.51	26.58

MS: Materia seca

QNDF: Cantidad de nitrógeno derivado del fertilizante

QNDS: Cantidad de nitrógeno derivado del suelo

QNT: Cantidad de nitrógeno total

5.5 Extracción de nitrógeno por los tejidos de la tuza

La mazorca está formada por un corto tallo lateral, que presenta una zona de nudos y entre nudos. De estos últimos surgen las bracteas (tuza), que darán cobertura a la mazorca (Somarriba, 1997).

Es notorio en la Tabla 8 que no existe diferencia significativa entre los tratamientos al evaluar las extracciones de nitrógeno por la tuza proveniente del suelo, fertilizante y total. La separación de media por DUNCAN establece una sola categoría. Estos resultados concuerdan con Ríos (1999), al evaluar esta misma variable en los mismos sistemas de labranza.

Las mayores extracciones de nitrógeno se presentaron en el sistema labranza cero+rastrojo+subsoleo, aunque todas estas extracciones son menores que las reportadas por Ríos (1999), al encontrar valores que oscilaron entre 3.2 a 4.6 kg/ha.

Basado en los resultados (Tabla 8) se puede aseverar que la tuza extrae 16.52 % de nitrógeno proveniente del fertilizante y 83.48 % proveniente del suelo cuando el cultivo es establecido bajo sistema de labranza cero+rastrojo+subsoleo. En cambio las menores extracciones se registran bajo el sistema labranza convencional+rastrojo+subsoleo con 21.68 % derivado del fertilizante y 78.32 % del suelo.

Tabla 8. Extracción de nitrógeno (kg/ha) proveniente del fertilizante, suelo y total en la tuza. La Compañía, Carazo. Primera, 1995.

TRAT	MS		QNDF		Q NDS		QNT	
	kg/ha							
Lc+Rtj	356.02	a	0.27	a	1.27	a	1.53	a
Lc+Rtj+ss	399.55	a	0.38	a	1.92	a	2.30	a
Lco	264.51	a	0.19	a	0.90	a	1.09	a
Lco +Rtj+ss	225.44	a	0.18	a	0.66	a	0.83	a
L min	373.88	a	0.35	a	0.91	a	1.25	a
L min+Rtj	306.92	a	0.15	a	0.75	a	0.90	a
ANDEVA	NS		NS		NS		NS	
% CV	32.08		31.89		16.87		17.75	

MS: Materia seca

QNDF: Cantidad de nitrógeno derivado del fertilizante

QNDS: Cantidad de nitrógeno derivado del suelo

QNT: Cantidad de nitrógeno total

5.6 Extracción de nitrógeno por los tejidos del olote

Es evidente que el análisis estadístico refleja que no existe diferencia significativa entre los tratamientos al evaluar las extracciones de nitrógeno total y las derivadas del fertilizante y suelo por la estructura del olote. De igual manera la separación de medias por DUNCAN establece una sola categoría (Tabla 9).

No obstante las mayores extracciones de nitrógeno derivadas del suelo y total se obtuvieron bajo el sistema de labranza cero+rastrojo+subsoleo con un 17.20 % derivado del fertilizante y 82.58 % del suelo. La estructura del olote extrae las menores cantidades de nitrógeno cuando el cultivo se establece en labranza convencional+rastrojo+subsoleo, extrayendo un 28.81 % de nitrógeno derivado del fertilizante y 74.58 % derivado del suelo.

Las extracciones totales son bajas al compararlas con las obtenidas por Ríos (1999), ya que la extracciones reportadas en su estudio oscilan entre 3 a 10 kg/ha.

Tabla 9. Extracción del nitrógeno (kg/ha) proveniente del fertilizante, suelo y total en el olote. La Compañía, Carazo. Primera 1995.

TRAT	MS	Q NDF	Q NDS	Q NT
	Kg/ha			
Lc+Rtj	331.47 a	0.21 a	0.99 a	1.19 a
Lc+Rtj+ss	338.16 a	0.23 a	1.09 a	1.32 a
Lco	275.6 a	0.18 a	0.77 a	0.95 a
Lco +Rtj+ss	216.5 a	0.17 a	0.44 a	0.59 a
L min	287.9 a	0.30 a	0.82 a	1.12 a
L min+Rtj	281.2 a	0.21 a	0.61 a	0.81 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
% CV	34.05	24.98	12.35	12.85

MS: Materia seca
 QNDF: Cantidad de nitrógeno derivado del fertilizante
 QNDS: Cantidad de nitrógeno derivado del suelo
 QNT: Cantidad de nitrógeno total

5.7 Extracción de nitrógeno por los tejidos del grano

El fruto de la planta de maíz es una cariósipide monospérmica seca e indehisciente, que varia de forma y tamaño según la variedad y está formada por pericarpio, endospermo y el germen o embrión.

El análisis estadístico realizado a las extracciones de nitrógeno por el grano proveniente del fertilizante, suelo y total refleja que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. De igual manera la separación de medias establece una sola categoría.

Aunque el efecto fue no significativo, se observan diferencias numéricas que reflejan las mayores extracciones de nitrógeno, derivadas del fertilizante por los tejidos del grano cuando se estableció el cultivo en labranza mínima, en cambio las extracciones de nitrógeno derivadas del suelo y total fue en labranza cero+rastrojo+subsoleo extrayendo un 17.40 % derivado del fertilizante y 82.60 %

derivado del suelo. No obstante la menor extracción de nitrógeno total por la estructura del grano fue cuando el cultivo se estableció en el sistema labranza convencional+rastrojo+subsoleo extrayendo un 27.32 % derivado del fertilizante y 72.68 % del suelo. Basados en los resultados obtenidos se puede señalar que cuando el cultivo extrae mayor cantidad de nitrógeno contribuye a aumentar los rendimientos (Tabla 10), coincidiendo con lo afirmado por Arana & Cruz (1993), al señalar que la fertilización nitrogenada aumenta significativamente la producción de materia seca y el rendimiento del grano.

Al comparar las extracciones de nitrógeno por los tejidos del grano con otros estudios se pueden clasificar como bajas ya que se reportan rangos de 37 a 66 kg/ha de nitrógeno. Teniendo una relación directamente proporcional con el rendimiento ya que cuando el grano extrae mayor cantidad de nitrógeno la producción por unidad de área se aumenta, probablemente siendo esta una de las causas que influyó en disminuir los rendimientos los cuales son muy bajos coincidiendo con Ríos (1998) al reflejar extracciones similares a nuestros resultados con rendimientos aproximados a los del estudio.

Basado en los resultados obtenidos se puede argumentar que las mayores extracciones totales de nitrógeno se perciben en la estructura del grano en comparación con las demás estructuras de la planta debido a que las plantas en maduración envían nutrientes de las raíces a las hojas y de estas a los granos.

En cuanto a la eficiencia de la incorporación del rastrojo se indica, que se tiene mejores rendimiento al combinarse con labranza cero. Al comparar el efecto del rastrojo en los sistemas convencional es negativo ya que se obtienen menores rendimientos al incorporarse, de igual manera en labranza mínima el rastrojo no contribuye en aumentar los rendimientos, aunque no se debe descartar que el rendimiento esta influenciado por otros factores.

Según Comptón (1985), el rendimiento del grano es influenciado por factores biológicos ambientales que se correlacionan entre sí para luego expresarse en producción (kg/ha).

Es evidente que en la labranza cero el subsoleo contribuye a aumentar la disponibilidad de nitrógeno dado que esta práctica permite eliminar capas compactadas profundas que restringe el ingreso del agua y desarrollo de las raíces. Aunque este resultado fue lo contrario en el sistema labranza convencional.

Tabla 10. Extracción del nitrógeno (kg/ha), proveniente del fertilizante, del suelo y

total en el grano. La Compañía, Carazo. Primera, 1995.				
TRAT	MSG	QNDF	Q NDS	QNT
	kg/ha			
Lc+Rtj	1348.0 a	3.99 a	16.74 a	20.73 a
Lc+Rtj+ss	1414.66 a	3.72 a	17.66 a	21.38 a
Lco	1140.54 a	3.38 a	13.28 a	16.66 a
Lco +Rtj+ss	742 a	3.41 a	9.07 a	12.48 a
L min	1218.87 a	5.49 a	15.29 a	20.79 a
L min+Rtj	1077.01 a	4.22 a	13.03 a	17.25 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
% CV	37.63	15.56	18.00	17.44

MSG: Materia seca del grano
 QNDF: Cantidad de nitrógeno derivado del fertilizante
 QNDS: Cantidad de nitrógeno derivado del suelo
 QNT: Cantidad de nitrógeno total

5.8 Extracción de nitrógeno total y las proveniente del fertilizante y suelo por el cultivo de maíz bajo distinto sistemas de labranza

En la Tabla 11 se aprecia que el análisis de varianza a los datos no presenta efecto significativo en las cantidades de nitrógeno total provenientes del suelo y el fertilizante aplicado al cultivo establecido en diferentes sistemas de labranza.

No obstante existen diferencias numéricas que reflejan que la mayor cantidad de extracción de nitrógeno total por la planta y las cantidades derivadas del suelo fue en

labranza cero+rastrojo+subsoleo, no así para las extracciones de nitrógeno proveniente del fertilizante que fue en labranza mínima.

Además se observa que la mayor producción de materia seca y rendimiento del grano se encontró en la labranza cero+rastrojo+subsoleo dado a que en estos sistemas el cultivo extrajo la mayor cantidad de nitrógeno total. Sin embargo, la mayor cantidad de nitrógeno derivada del fertilizante fue en labranza mínima; dándose las menores extracciones de nitrógeno por la planta en los sistemas labranza mínima+rastrojo y, la labranza convencional+rastrojo+subsoleo influyendo en la menor producción de materia seca total del cultivo establecido en estos sistemas (Tabla 11). Según los resultados el fertilizante aplicado no fue el factor determinante en aumentar los rendimientos ya que las mayores cantidades de nitrógeno se derivan del suelo. No coincidiendo con Talavera (1995), al señalar que cuando los cultivos son fertilizados, buena parte de los nutrientes extraídos por el rastrojo provienen del fertilizante aplicado, razón por la cual perdemos con ello no solo parte de los que aplicamos, si no que buena parte de lo que ya teníamos en el suelo. Por consiguiente la práctica de extracción o quema de rastrojo eleva los costos de restitución de la fertilidad y hace el sistema menos sostenible. No obstante otros investigadores argumentan que en la agricultura, gran parte del nitrógeno que consumen las plantas y que suelen recibir en forma de fertilizante nitrogenado, proviene sobre todo del nitrógeno elemental, que se fija químicamente por procesos industriales.

De manera general el incorporar rastrojo en labranza cero se obtiene mejores resultados tanto en la producción del grano como de materia seca de la planta al ser comparado con la labranza convencional y mínima

Tabla 11. Cantidad de nitrógeno total extraído por el cultivo y las provenientes del fertilizantes y el suelo bajo diferentes sistemas de labranza. La Compañía, Carazo. Primera, 1995.

TRAT	MST	QNTP	QNTDF	QNTDS
	kg/ha			
Lc+Rtj	3454.10 a	35.39 a	7.57 a	27.82 a
Lc+Rtj+ss	3659.06 a	38.03 a	7.52 a	30.51 a
Lco	3009.95 a	30.17 a	6.53 a	23.64 a
Lco +Rtj+ss	2386.03 a	25.44 a	7.98 a	17.46 a
L min	3254.01 a	34.66 a	10.48 a	24.18 a
L min+Rtj	2938.59 a	29.30 a	7.72 a	21.58 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
% CV	25.77	25.63	27.29	27.36

MST: Materia seca total

QNTP: Cantidad de nitrógeno total en la planta

QNDF: Cantidad de nitrógeno derivado del fertilizante

QNDS: Cantidad de nitrógeno del suelo

5.9 Índice de cosecha en el cultivo de maíz

Se entiende como índice de cosecha la relación entre el rendimiento y la cantidad de materia seca. Según estudios realizados por otros investigadores señalan que el índice de cosecha para el cultivo de maíz es de 0.6 lo cual se puede corroborar en los resultados obtenidos ya que en los diferentes sistemas de labranza el índice de cosecha en el cultivo oscila entre 0.5 y 0.6 (Figura 2).

Es importante recalcar que existe una relación directamente proporcional entre la producción de materia seca y los rendimientos obtenidos. En los sistemas labranza cero se obtienen los mejores rendimientos proveniente de una mayor producción de materia seca. Esto permite aseverar que una planta de buena arquitectura fisiológica se obtendrá mejores rendimientos (Figura 2).

Es necesario tomar en cuenta que esta cantidad de materia seca extrae cierta cantidad de nitrógeno (Tabla 11) por lo tanto es necesario retribuirlo nuevamente al sistema a través de la incorporación de este al suelo. Debido a que el cultivo mismo

extrae los nutrientes y, los residuos que dejan en el suelo usualmente son demasiados pequeñas para mejorar las condiciones del mismo.

Si se hace una comparación entre las cantidades de nitrógeno total extraído por la estructura de la planta y el grano es notorio que un 41.18% regresa al sistema y un 58.82% sale fuera del sistema. Una parte de este porcentaje pasa a formar parte de la dieta nutricional que este aporta en consumo humano y animal. La parte que no reingresa al sistema más el mal manejo del rastrojo contribuye a la pobre fertilidad del suelo.

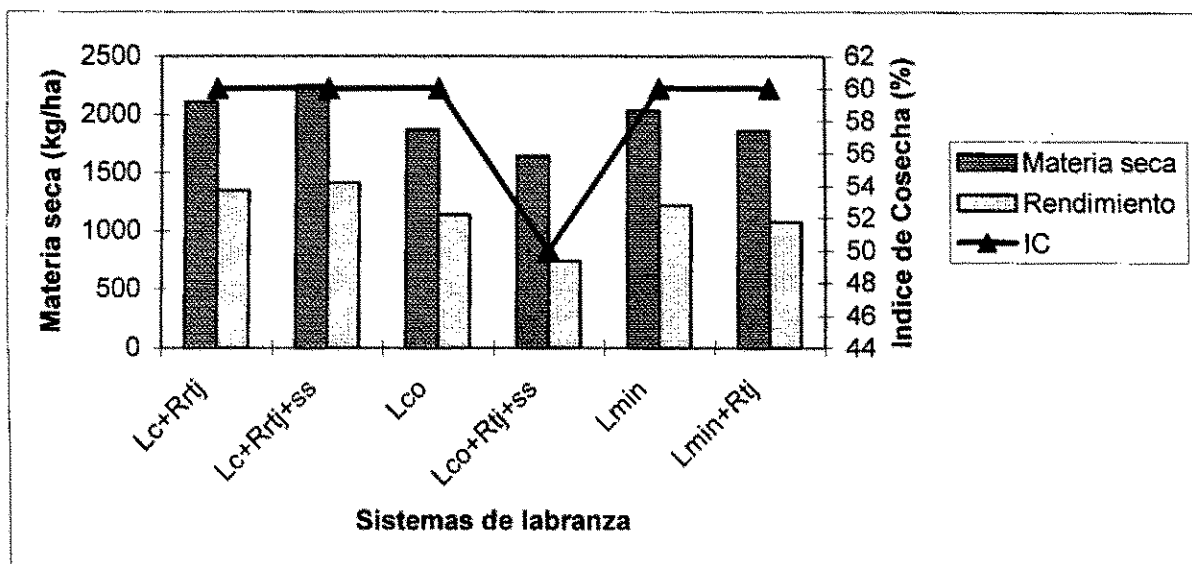


Figura 2. Comportamiento del índice de cosecha en el cultivo de maíz bajo diferentes sistemas de labranza. La Compañía, Carazo. Primera, 1995.

5.10. Eficiencia en la utilización del fertilizante nitrogenado por cada estructura vegetativa de la planta (E.F.A)

La eficiencia de utilización del fertilizante nitrogenado ha sido definida de diversas maneras, algunas desde el punto de vista fisiológico, como la relación entre la producción de grano o biomasa por unidad de nutriente absorbido o también como la relación de la cantidad de nitrógeno absorbido por la planta del fertilizante como en nuestro caso (Urquiaga, 1993).

Es obvio en la Tabla 12 que el resultado del análisis estadístico refleja que no existe diferencias significativas entre tratamientos, al igual que la separación de medias por DUNCAN al reflejar una sola categoría estadística. Reflejándose en la estructura del grano y la hoja los porcentajes más altos de la eficiencia de aplicación del fertilizante nitrogenado, de acorde a estos resultados se asevera que de los 45 kg de N/ha aplicado, la estructura del grano extrajo una cantidad de nitrógeno que oscila entre 3.38 kg/ha a 5.5 kg/ha equivalente a 7.52 % y 12.22 %, mientras que en la hoja el rango fue de 1.63 kg/ha a 2.87 kg/ha correspondiente a 3.62 % y 6.38%, para el olote los valores oscilaron entre 1.95 % y 1.16 % equivalente a 0.8775 kg/ha y 0.522 kg/ha. En cambio en la estructura del olote, tuza y raíz los porcentajes de eficiencia fueron más bajos. Esto permite argumentar que en el grano y hoja se concentran mayor cantidad de este nutriente, corroborando este resultado con las extracciones de nitrógeno que se refleja en estas estructuras anteriormente.

Tabla 12. Comportamiento de la eficiencia de aplicación del fertilizante en diferentes partes de la planta. La Compañía, Carazo. Primera, 1995.

TRAT	EFA G	EFA TU	EFA O	EFA TA	EFA H	EFA R
	%					
Lc+Rtj	8.58 a	0.59 a	0.228 a	1.16 a	4.12 a	0.16 a
Lc+Rtj+ss	8.28 a	0.84 a	0.253 a	1.37 a	3.62 a	0.38 a
Lco	7.52 a	0.43 a	0.198 a	1.37 a	3.96 a	0.20 a
Lco +Rtj+ss	7.58 a	0.39 a	0.178 a	1.40 a	6.38 a	0.22 a
L min	12.22 a	0.77 a	0.328 a	1.95 a	5.76 a	0.22 a
L min+Rtj	9.38 a	0.34 a	0.230 a	1.47 a	3.98 a	0.20 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS	NS	NS
% CV	15.75	32.72	32.78	35.40	15.96	29.74

EFA G: Eficiencia de aplicación del fertilizante en el grano
EFA TU: Eficiencia de aplicación del fertilizante en el tuza
EFA O: Eficiencia de aplicación del fertilizante en el olote
EFA TA: Eficiencia de aplicación del fertilizante en el tallo
EFA H: Eficiencia de aplicación del fertilizante en la hoja
EFA R: Eficiencia de aplicación del fertilizante en la raíz

5.11 Eficiencia en la utilización del fertilizante nitrogenado por la planta (E.F.A)

De Datta (1986), define la eficiencia de los fertilizantes como la capacidad de absorción del fertilizante por planta.

La importancia del estudio de esta variable radica en cuantificar el uso eficaz de los fertilizantes ya que el productor está interesado en obtener el mayor rendimiento posible con la mínima aplicación de fertilizantes y así evitar el uso irracional de estos, el cual conlleva a que se pierdan por los diferentes procesos característicos de cada elemento.

En la Figura 3 se refleja el comportamiento de los porcentajes de la eficiencia de la fertilización nitrogenada en la absorción del cultivo bajo diferentes sistemas de labranza y se verifica que en la labranza mínima se encuentra el mayor porcentaje y el menor en la labranza convencional. Estos porcentajes indican lo que absorbió el cultivo del fertilizante aplicado, es decir de la aplicación de 45 kg/ha el cultivo extrajo 10.44 kg/ha en labranza mínima equivalente a 23.2 %, en la labranza convencional+rastrojo+subsoleo. 8.01 kg/ha equivalente a 17.82 %, en labranza mínima+rastrojo 7.74 kg/ha equivalente a 17.2 %. Para labranza cero+rastrojo y labranza cero+rastrojo+subsoleo extrajeron 7.56 kg/ha equivalente a 16.8 %, en tanto en labranza convencional 6.57 kg/ha equivalente a 14.6 %. Este comportamiento viene a corroborar lo antes descrito que fue al nivel de cada parte de la planta.

De manera general se afirma que estos porcentajes de eficiencia de aplicación del fertilizantes oscilaron entre 14.6 y 23.20 % considerándose como bajos al compararlos con el rango establecido por Urquiaga *et al.*, (1983) al señalar que la eficiencia de aplicación del fertilizante nitrogenado en los cereales llega alrededor de 50%, lo que permite argumentar que no hubo una buena eficiencia en la absorción del fertilizante aplicado. Probablemente este resultado se debe a que existía disponibilidad de este elemento en el suelo concordando con las referencias de

análisis de suelo en esta zona al reflejar que son suelos ricos en materia orgánica y por ende de nitrógeno.

Según Urquiaga *et al.*, (1983), diversos factores tales como dosis, localización, época de aplicación del fertilizante, cultivo, suelo, clima y manejo pueden afectar la eficiencia de aplicación del nitrógeno.

En cuanto a los sistemas de labranza es notorio que existe una baja eficiencia de la absorción del fertilizante al practicar la labranza convencional, esto puede deberse al comportamiento de los procesos de pérdida a que es sometido este elemento o a la característica del tipo de fertilizante en función de sus reacciones y transformaciones en el suelo.

Según Kass (1996), la eficiencia de la fertilización se ocupa de las pérdidas de los fertilizantes aplicados al suelo, que ocurre por lixiviación o percolación profunda, descenso del fertilizante en la disolución del suelo hacia capas inferiores del perfil y pérdida de nutrimentos por el agua de escorrentía, conocida como erosión laminar, que diluye y arrastra nutrimentos en suspensión. Siendo el nitrógeno en forma nítrica y el cloruro los más susceptible a perderse por estos mecanismos.

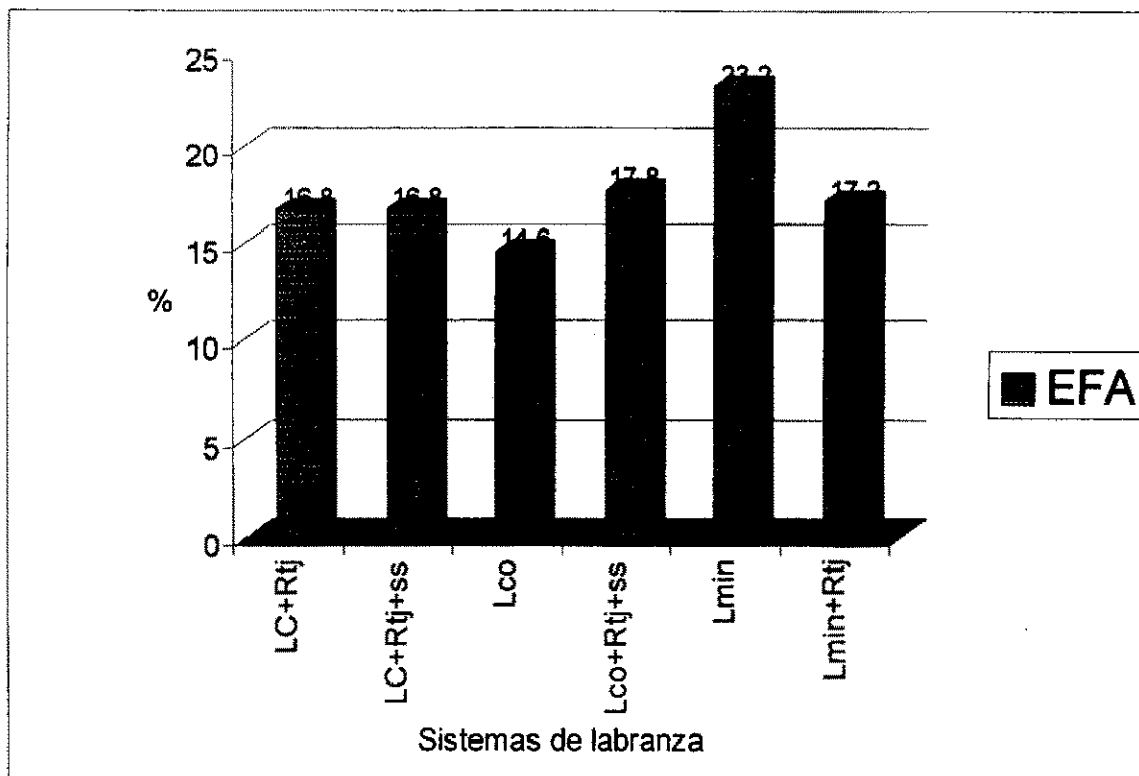


Figura 3. Eficiencia de utilización del fertilizante nitrogenado por el cultivo (EFA) bajo diferentes sistemas de labranza. La compañía Carazo. Primera 1995

5 12. Efecto de los diferentes sistemas de labranza en la producción de materia seca de las malezas hoja fina y hoja ancha

De manera general en la Figura 4, se puede observar que la producción de materia seca de las malezas de hoja ancha prevaleció en todos los sistemas de labranza, excepto en labranza convencional+rastrojo+subsoleo que hubo mayor producción de materia seca de malezas de hojas fina.

En el sistema labranza cero+rastrojo+subsoleo predominaron tanto las malezas de hojas fina como de hojas anchas. Sin embargo, las malezas de hojas ancha fueron las que más abundaron, coincidiendo con Shenk *et al.*, (1983), al obtener el mismo comportamiento. Cabe señalar que en labranza convencional es donde menos

prevalecieron las malezas de hoja fina en cambio las malezas de hojas ancha fue en el sistema labranza convencional+rastrojo+subsoleo.

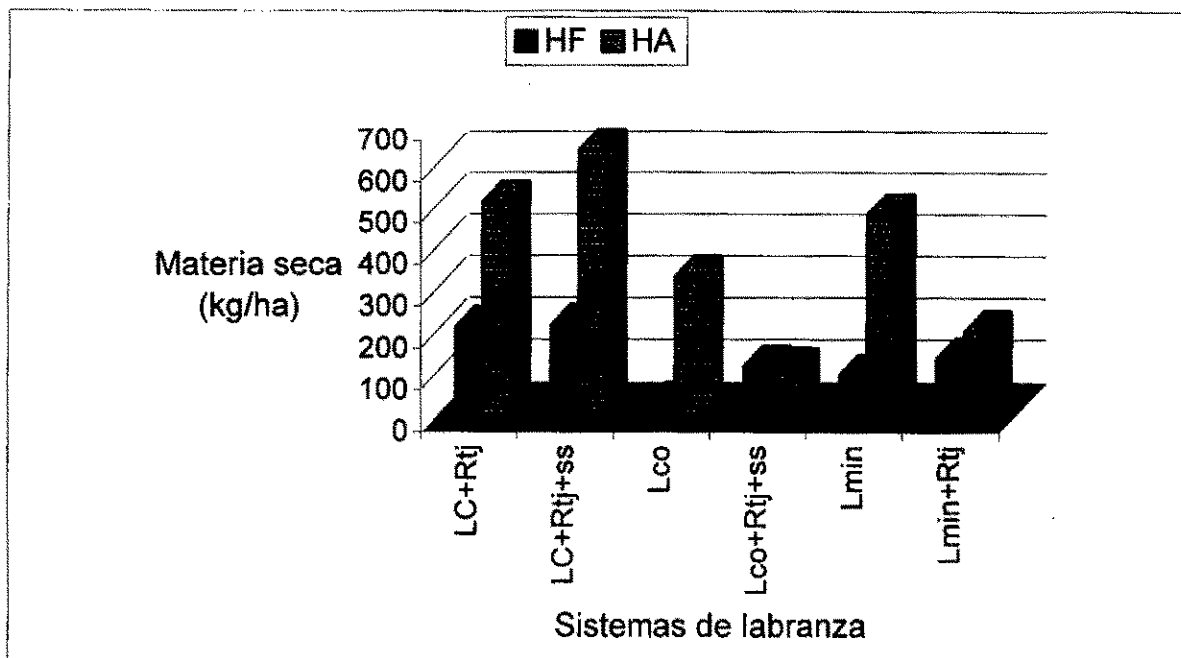


Figura 4. Producción de materia seca de las malezas hojas finas y hojas anchas bajo diferente sistemas de labranza. La Compañía, Carazo. Primera 1995.

5.13 Extracciones de nitrógeno por las malezas de hoja fina en diferentes sistemas de labranza

5.13.1 Malezas de hojas finas

Se incluyen las malezas gramíneas de la familia poácea y la ciperáceas de la familia Cyperacea. Cuando se usa el término monocotiledóneas, se incluyen las gramíneas y ciperáceas.

Se observa que las extracciones de nitrógeno por las malezas de hojas finas presentan diferencias significativas únicamente en las cantidades de nitrógeno total y cantidades de nitrógeno derivados del suelo al igual que la separación de medias por Duncan al reflejar diferentes categorías (Tabla 13). Basándose en los resultados obtenidos se ratifica que las malezas de hojas finas extrajeron la mayor cantidad del

nitrógeno que estaba disponible en el suelo no existiendo una eficiencia en la absorción de la dosis de nitrógeno (45 kg /ha).

En cuanto a las cantidades de nitrógeno derivado del fertilizante, las extracciones por las malezas de hojas finas casi fueron similares en todos los sistemas de labranza. Probablemente esto se debió a que gran parte del nitrógeno aplicado fue inmovilizado por los microorganismos que son los encargados de la descomposición de la materia orgánica no dejando disponible el nitrógeno presente en el suelo. Según Talavera (1995), señala que aunque los suelos contengan altos contenidos de materia orgánica, se necesita fertilizar con nitrógeno para asegurarse que los cultivos no leguminosos tengan una fuente adecuada de nitrógeno fácilmente disponible, especialmente aquellos cultivos que los requieren en grandes cantidades.

Al evaluar los sistemas de labranza podemos ver claramente que en los sistemas de labranza cero existía mayor disponibilidad de este elemento en el suelo, permitiendo a las malezas su mejor absorción. Este comportamiento puede ser atribuido a la incorporación de rastrojo de la cosecha anterior en los diferentes sistemas ya que al comparar las extracciones totales podemos corroborar que siempre fueron mayores cuando se incorporó rastrojo al sistema, aunque estas extracciones son totalmente bajas.

Tabla 13. Extracción del nitrógeno (kg/ha) proveniente del fertilizante, suelo y total en la maleza de hoja fina. La Compañía, Carazo. Primera 1995.

TRAT	MS	Q NDF	Q NDS	Q NT
	kg/ha			
Lc+Rtj	215 b	0.428 a	4.18 b	4.61 b
Lc+Rtj+ss	220 b	0.39 a	3.87 ab	4.26 b
Lco	35 a	0.09 a	0.59 a	0.68 a
Lco +Rtj+ss	120 a	0.45 a	1.69 ab	2.15 ab
L min	100 ab	0.43 a	1.44 ab	1.87 ab
L min+Rtj	140 ab	0.43 a	2.27 ab	2.71 ab
ANDEVA	NS	NS	*	*
% CV	37.35	15.43	27.07	27.64

MS: Materia seca

QNDF: Cantidad de nitrógeno derivado del fertilizante

QNDS: Cantidad de nitrógeno derivado del suelo

QNT: Cantidad de nitrógeno total

5.14 Extracciones de nitrógeno por las malezas de hoja anchas en diferentes sistemas de labranza

5.14.1 Malezas de hojas anchas

Frecuentemente el término es sinónimo con dicotiledóneas, pero no todas las plantas con hojas anchas son dicotiledóneas. Las hojas anchas son plantas dicotiledóneas con raíz pivotante, hojas anchas con nervaduras en forma de red y crecimiento ramificado. Tienen los puntos de crecimiento en la parte de arriba por lo tanto, si se corta la parte aérea con un machete es más fácil matarlas que a las gramíneas

En la Tabla 14 se demuestra que los resultados del análisis estadístico para las variables evaluadas en las malezas de hojas anchas existen diferencias significativas, de igual manera la separación de medias por Duncan establece varias categorías. En cuanto a las extracciones de nitrógeno proveniente del fertilizante fue mayor en la labranza mínima y la menor en la labranza convencional más rastrojo.

Para la extracciones de nitrógeno derivado del suelo las malezas de hojas anchas tienen un comportamiento similar a las de las malezas de hojas finas ya que la mayor

extracción se deriva de la fuente del suelo (Tabla 14). Aunque podemos señalar que las malezas de hojas ancha extraen más nitrógeno tanto del suelo como del fertilizante que las malezas de hojas finas, por lo tanto se convierten en plantas más peligrosas en la competencia por nutrientes con el cultivo especialmente en nitrógeno.

Según Pitty (1997), el sistema radical de las plantas de hojas anchas penetra más que las gramíneas. Por eso en el verano del trópico seco C.A en la zona del pacífico muchas de las gramíneas están secas, pero muchas hojas anchas se mantienen verdes ya que la raíz penetra más profundo en el suelo donde hay más agua disponible. Además, las plantas de hojas anchas son más competitivas que las gramíneas, esto es por que tienen un crecimiento mas extendido y hojas horizontales que les permiten interceptar más luz.

Tabla 14. Extracción del nitrógeno (kg/ha) proveniente del fertilizante, suelo y total en la maleza de hoja ancha. La Compañía, Carazo. Primera 1995.

TRAT	MS	Q NDF	Q NDS	Q NT
	kg/ha			
Lc+Rtj	515 ab	1.00 a	10.21 b	11.22 c
Lc+Rtj+ss	640 b	1.08 a	14.03 b	15.12 c
Lco	335 ab	1.26 ab	7.91 ab	9.19 abc
Lco +Rtj+ss	115 a	0.57 a	2.40 a	2.97 a
L min	485 ab	2.02 b	8.05 ab	10.08 bc
L min+Rtj	205 ab	0.61 a	3.44 a	4.05 ab
ANDEVA	*	*	*	*
% CV	29.79	15.16	27.47	26.65

MS: Materia seca

QNDF: Cantidad de nitrógeno derivado del fertilizante

QNDS: Cantidad de nitrógeno derivado del suelo

QNT: Cantidad de nitrógeno total

5.14.2 Eficiencia de utilización del fertilizante aplicado por las malezas de hojas finas y hojas anchas

La eficiencia en la utilización del fertilizantes consiste en una medición cuantitativa de la absorción real de los nutrientes del fertilizante por la planta en relación con la cantidad de nutrientes que se añade al suelo (AIEA, 1990).

El análisis estadístico realizado refleja que existe diferencia altamente significativa al evaluar la eficiencia de aplicación del fertilizante nitrogenado absorbido por las malezas de hojas anchas en los diferentes sistemas de labranza, no así para las malezas de hojas finas que el efecto fue no significativo

Se observa en la Figura 5 que de manera general las malezas de hojas anchas tiene mayor capacidad de absorción del fertilizante nitrogenado que fue aplicado, lo que la hace más eficiente en comparación con las malezas de hojas finas lo que concuerda con Pitty (1997).

Basados en los resultados obtenidos se considera que las malezas logran absorber cantidades de nutrientes que son aplicados a los cultivos, por esta razón es necesario hacer los controles en el momento indicado en que el cultivo se encuentre en el periodo crítico de competencia con las malezas. Además hay que tomar en cuenta que las malezas están presentes todo el año y se tiene que hacer algo para controlarlas y que no interfieran con el cultivo.

Si comparamos la Figura 4 y 5 se puede verificar que la mayor eficiencia de absorción derivada de la incorporación del fertilizante químico se obtuvo en la labranza mínima tanto para el cultivo como para las malezas. Esto lleva a la conclusión que el fertilizante aplicado en este sistema de labranza fue mejor aprovechado o se encontraba más disponible.

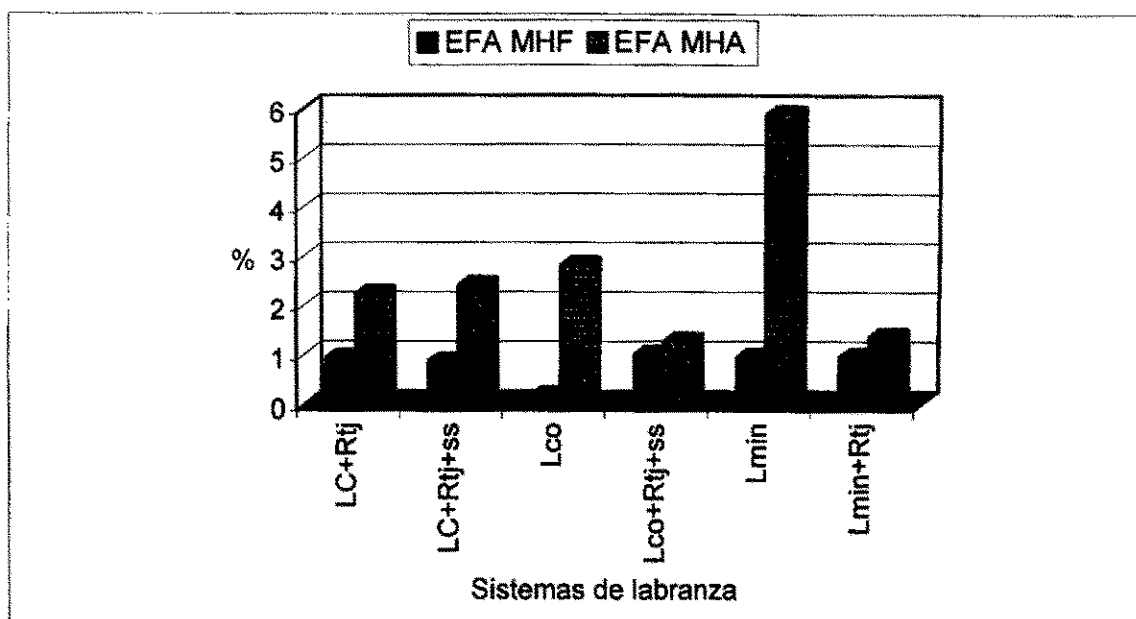


Fig.5. Eficiencia de utilización del fertilizante nitrogenado por las malezas en diferentes sistemas de labranza. La Compañía, Carazo. Primera 1995.

5.15 Efecto de la biomasa de la maleza en el rendimiento del cultivo

De manera descriptiva se asevera que la biomasa de maleza no influyó en el rendimiento del cultivo debido a que en los sistemas más enmalezados los rendimientos fueron mayores y cuando hay menos producción de materia seca de malezas los rendimientos fueron menores. No coincidiendo con lo argumentado por Dominguez (1997), al señalar que existe una relación inversamente proporcional entre el rendimiento del grano y el grado de enmalezamiento, por lo tanto un adecuado manejo del sistema de producción permite un buen crecimiento y desarrollo del cultivo

El resultado obtenido probablemente se deba a que las especies de malezas presente en el sistema no son tan perjudiciales en la competencia con el cultivo. Por lo tanto el cultivo no se vio afectado en el rendimiento.

Al hacer una comparación entre los sistemas de labranza es notorio que cuando se incorpora rastrojo al sistema, la producción de materia seca de las malezas es baja siendo el caso de los sistemas labranza convencional y mínima (Figura 6) explicándose este resultado como una de las formas de controlar las malezas.

Según Tapia (1987), el control de forma cultural se realiza aplicando cobertura muerta como paja de maíz, el control mecánico se opera por medio del uso de azadones, palas y machetes, el control químico se practica mediante la aplicación de herbicidas con el propósito de disminuir la incidencia de malezas.

Se ha hecho mucho énfasis en los factores negativos de las malezas, pero también estas plantas tienen algunos atributos que contribuyen al bienestar del hombre. Las malezas ayudan a controlar la erosión, incrementan la cantidad de materia orgánica del suelo y mantienen el reciclamiento de los nutrientes del suelo. Incrementan la diversidad de especies dando una mayor estabilidad en el ecosistema, en los agro - ecosistemas con mayor diversidad de especies, existe un mayor control natural de las plagas (Pitty, 1997).

Aunque las malezas interfieren con el plan de producción agrícola global, algunas especies constituyen importantes componentes biológicos de los agro ecosistemas, por lo que se les puede considerar elementos útiles en sistema de uso de la tierra. Las malezas interactúan ecológicamente con todo los otros sub - sistemas de un agro - ecosistema y son valiosas en control de la erosión, la conservación de la humedad del suelo, formación de materia orgánica, nitrógeno en el suelo, y preservación de insectos benéficos, etc. (Altieri, 1983), citado por (Alemán, 1996).

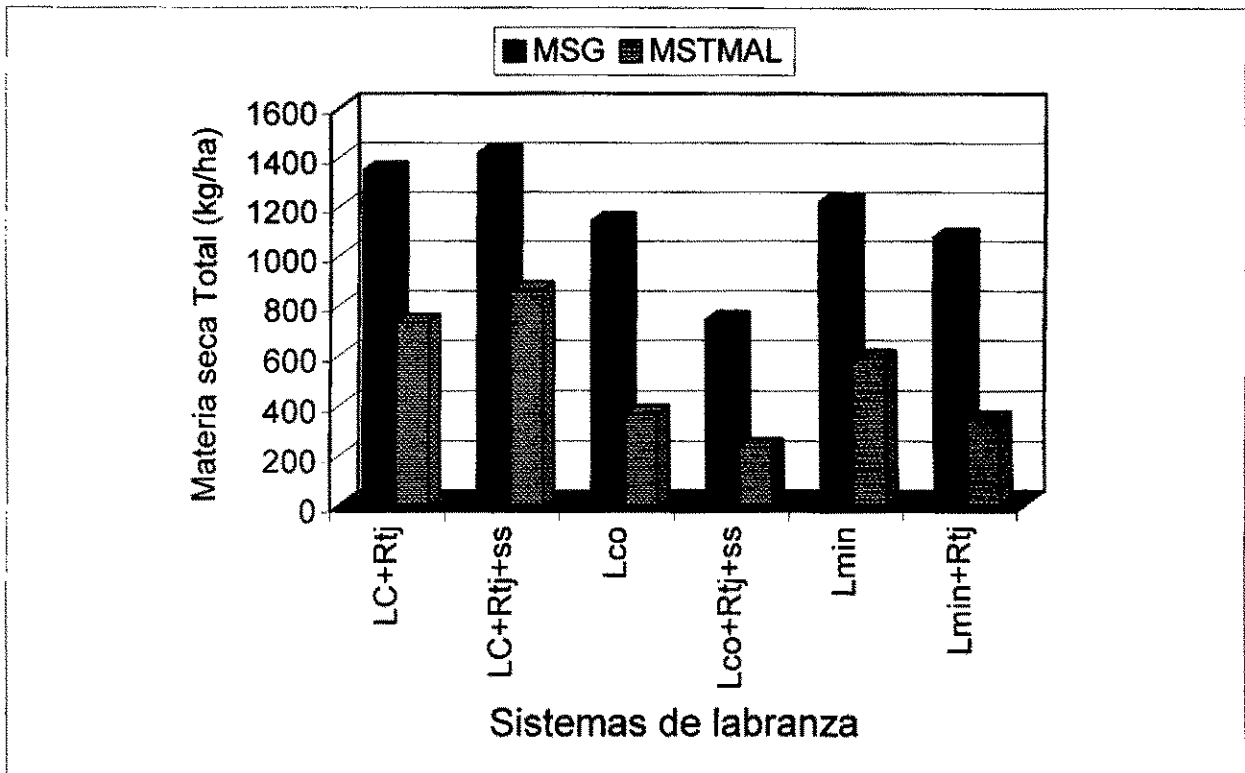


Figura 6. Comportamiento de la materia seca total de las malezas bajo diferentes sistemas de labranza. La Compañía, Carazo. Primera 95.

MSG: Materia seca del grano

MSTMAL: Materia seca total de la maleza

VI CONCLUSIONES

Los resultados del análisis estadísticos refleja que no existe diferencia significativas en las variables: producción de materia seca de las diferentes estructura del cultivo, extracción del contenido de nitrógeno proveniente del suelo y del fertilizante, así como en la extracción de nitrógeno total por las diferentes partes del cultivo. Existiendo únicamente diferencia en la materia seca de maleza y extracción de nitrógeno proveniente del suelo y total.

La mayor producción de materia seca en la hoja, raíz, tallo, tuza, y olote se obtiene cuando el cultivo se establece en labranza cero+rastrojo.

La mayor producción de materia seca total, cantidad de nitrógeno total y cantidad de nitrógeno derivado del suelo se obtiene cuando el cultivo es plantado en el sistema labranza cero+rastrojo+subsoleo.

Los valores del índice de cosecha al relacionar el rendimiento con la producción de materia seca oscilaron entre 0.5 0 y 0.6.

Las estructuras del grano y hoja reflejan el mayor porcentaje de la eficiencia de absorción del fertilizante en comparación en comparación con las del tallo, olote, tuza y raíz.

El cultivo establecido en el sistema labranza mínima presenta mayor porcentaje de eficiencia de fertilización nitrogenada.

En maleza es mayor la producción de materia seca de las especies hojas ancha en comparación con las de hoja fina.

La mayor cantidad de materia seca de hoja ancha y hoja fina se obtiene cuando el terreno se prepara bajo el sistema labranza cero+rastrojo+subsoleo.

Las malezas de hoja ancha y hoja fina extraen mayor cantidad de nitrógeno derivado del suelo en comparación con el derivado del fertilizante.

Las malezas de hoja ancha y hoja fina extraen mayor cantidad de nitrógeno total cuando se implementa labranza cero+rastrojo y labranza cero+rastrojo+subsoleo.

Las malezas de hoja ancha son más eficientes en la extracción de nitrógeno siendo mejores extractoras cuando el terreno es preparado bajo el sistema labranza mínima.

El cultivo presenta mejor rendimiento cuando se establece el sistema labranza cero+rastrojo+subsoleo.

VII RECOMENDACIONES

- ☞ Dar continuidad a este estudio para determinar si a través del tiempo se tiene un efecto marcado y significativo en el cultivo por los diferentes sistemas de labranza.
- ☞ Incorporar los residuos de cosecha de todo el cultivo para retribuir un poco la extracción de nutriente que el cultivo realiza durante el ciclo de producción.
- ☞ Tomar muy en cuenta el control de las malezas con más cuidado en las especies de hoja ancha ya que estas resultaron ser más eficiente en la extracción de nitrógeno.

VIII BIBLIOGRAFÍA

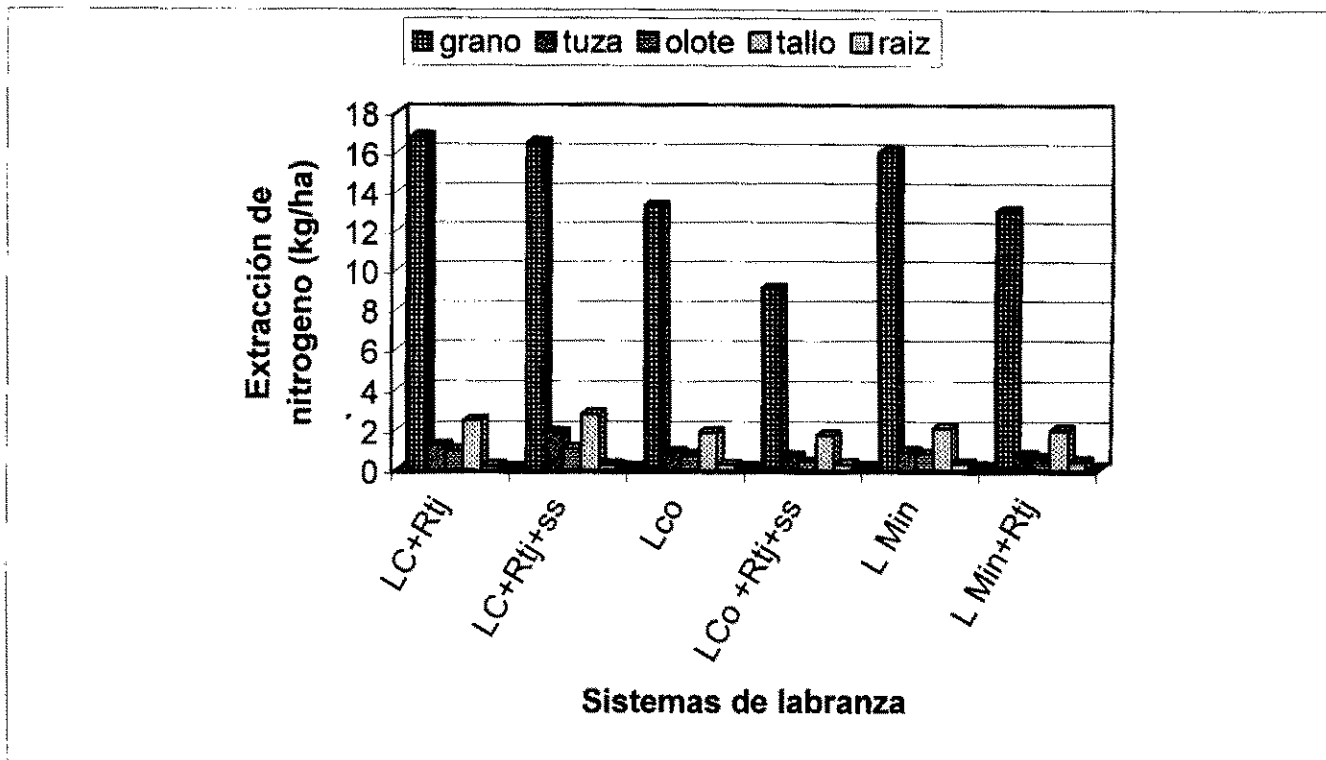
- ARANA, M.V. & CRUZ. 1993. Eficiencia de Absorción del fertilizante nitrogenado en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6, de acuerdo al momento de aplicación del fertilizante utilizando N 15 como trazador. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 33p.
- ALEMAN, F. 1996. Manejo de malezas (Texto básico) Universidad Nacional Agraria. 3era. Edición. Managua, Nicaragua. 225p.
- ARZOLA, A.; O. FUNDORA Y J. MACHADO. 1981. Suelo, Planta y Abonado. Editorial Pueblo y educación. La Habana, Cuba. 461p.
- AIEA, 1990. Use of Nuclear Techniques in studies of soil-Plant Relationships. Edited by G. Hardarson. Training course series. No. 2. pp 223.
- BLACK, C.A. 1975. Relaciones suelo-planta 1era. Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- CUADRA, R.M. 1989 Efecto de Diferentes Niveles de Nitrógeno sobre el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento del Maíz. (*Zea mays* L.) var. NB-6. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. ISCA. 39
- COMPTON. 1985 La investigación en Sistemas de Producción en Sorgo en Honduras, aspectos Agronómicos. INOSOKMI, CIMMIT, México D.F. 37p.
- COOKE, C.W. 1981. Fertilizantes y sus Usos. México Editorial. C.E. C.S.A. 86p.
- CAIRO, P. 1980, Suelos, Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. P169-173
- DE DATTA, S. K. 1986. Improving Fertilizer Efficiency in Lowland Rice in Tropical Asia. International Rice Research Institute (IRRI).
- DOMINGUEZ, A.V. 1997. Tratado de Fertilización. Editorial Mundi-Prensa 3era. Edición. Madrid-Barcelona-México. 613p.
- ETCHEVERS, B.J. 1988 Diagnóstico de la Fertilidad de Suelo. Universidad Autónoma. Chapingo, México 230p.
- F.A.O./IAEA. División of Atomic Energy in Food and Agriculture. 1970. Fertilizes Magament Practices for Maize. International Atomic Energy Agency. Viena. 79p.
- F.A.O. 1976 Materias Orgánicas Fertilizantes. Boletín de Suelos No. 2, Roma, Italia 183p.

- FASSBENDER, H.W. 1986. Química de Suelos con Énfasis en Suelos de América Latina. IICA. San José, Costa Rica. 385p.
- FRIEND, M.; TANJI, K.K. & POL, R.M. 1976. Van de Simplified. Long Term Concept for Evaluating Leaching of Nitrogen from Agricultural Land. J. Environ. Qual, 5. Pp 197-200.
- GARCIA, F.J.& GARCIA, DEL C.R. 1982. Edafología y Fertilización Agrícola. Editorial AEDOS. Barcelona, España. 245p.
- INTA, 1995. Cultivo del Maíz. Managua, Nicaragua.
- INPOFOS. 1990. Potasa: Su Necesidad y Uso en la Agricultura Moderna. Quito, Ecuador, 44p.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES (INETER). 1996. Resumen Meteorológicos.
- JHONES, C.A. 1985. C4 Grasses and Cereals. J. Wiley and Sons. N.Y. 419.p
- KRAMER , P.J.1983. Water Relations of Plants. Academic Press INC. Orlando, Florida. 489p.
- KASS, D. 1996. Fertilidad de Suelo. Editorial EUNED. San José, Costa Rica. 272p
- LAFITTE, H.R. 1988. Efecto de la Labranza Mínima en el Crecimiento y el Rendimiento del Maíz. Pp 70-71 y 163.
- LABRADOR, J.M. 1996. La Materia Orgánica en los Agro sistemas. Madrid, España 174p.
- PEARSONS, D.B. 1990. Maíz. Manual para la Educación Agropecuaria. México. Editorial Trillas. 15p.
- PITTY, A. MUÑOZ,R. 1997. Guía Práctica para el Manejo de Malezas. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras. 222p.
- POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE (P.O.I.) 1988. Manual de Fertilidad de Suelos.
- RIOS.M.J. 1999. Evaluación de la Concentración y Extracción de Nutrientes por el Cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) y las Malezas bajo diferentes Sistemas de Labranza. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua 137p.
- SELKE, W. 1968. Naturaleza y Fundamentos del Abonado. Los Abonos. Editorial Académica. León-España. 43-48p.

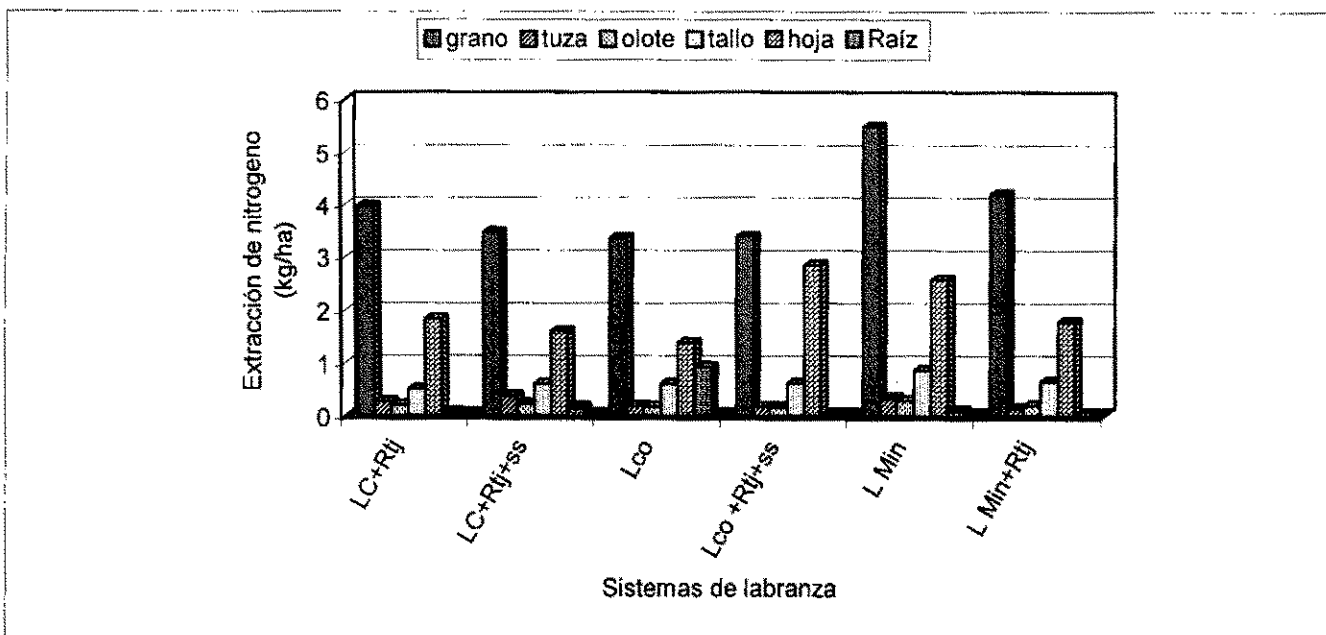
- SHENK, M.J. SANDERS Y G. ESCOBAR. 1983. Labranza Mínima y no Labranza en Sistemas de Producción del Maíz (*Zea mays* L.) para Areas Tropicales Húmedas de Costa Rica. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). Departamento de Producción Vegetal. Turrialba, Costa Rica. 45p.
- SOMARRIBA, R. C. 1997. Texto Básico. Granos Básicos. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 197p.
- SCHRADER, L.E.; DOMSKA, D.; JUNG, P.U. & PETERSON, L.A. 1972. Uptake and assimilation of Ammonium – N and Nitrate – N and their Influence on the Growth of Corn (*Zea mays* L.) Agron.J., 65: 690-5.
- TORRENTES, L & RIZO, E. 1999. Evaluación de diferentes practicas de labranzas de suelos en el crecimiento y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) y la extracción de nutrientes por el cultivo y las malezas. Tesis Ing.Agr. Managua. Nicaragua. 68 pp.
- TAPIA, H . 1987. Manejo de Malas Hierbas en Plantaciones de Frijol en Nicaragua. ENIES, ISCA. Managua, Nicaragua. 63p.
- TAPIA & CAMACHO, D. 1988. La labranza cero en la producción de frijol.
- TALAVERA, T. S. 1995. Estudios de casos: Caracterización del ambiente y tecnología; Efectos de dos sistemas de labranza en algunas propiedades del suelo y en el rendimiento y extracción de nutrientes en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Managua, Nicaragua.
- TAPIA, R.D. 1991. Influencia de la Labranza y la Fertilización en el Cultivo del Maíz (*Zea mays* L.) y Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. ISCA.
- TORUÑO, F.M. 1992. Análisis Económicos de la Producción de Frijol Común bajo tres Sistemas de Labranza (cero, mínima y convencional) y la rotación Maíz-Frijol. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria 57p.
- TEUSCHER & ADLER. 1987. El Suelo y su Fertilidad. CIAT México. Editorial, Continental, S.A. 7p.
- TRIVELIN, P.C.O. SALATI, E. & MATSNI, E. 1973. Preparo de amostras para análisis de N¹⁵ por espectrometría de masas por absorción de neutrones, CENA, BOLETÍN técnico 12 P.41.
- TINKER B; GOUDRIAAN, J; TENG P; SWIFT, M.; LINDER, S.; INGRAM, J; VAN DE GEIJN, S, 1996. Global change impacts on agriculture forestry and soils: The programme of the global change and terrestrial ecosystems core project of IGBP. P.295-318. Chichester (England)..

- URQUIAGA, S. ;P.L. LIBARDI; k. REICHARDT; E. MATSUI & R.L. VICTORY, 1983. Utilizacao do Fertilizante Nitrogenado Aplicado a uma Cultura de Feijao. In: Seminario sobre uso de Técnicas Nucleares em Estudo de Fertilidad de Solo e Fertilizantes. Piracicaba, maio de 1983.
- URQUIAGA, S.C. ; LIBARDI; L.P. REICHARDT, K. MATSUI.E.; VICTORIA.L.R. 1985. Utilizacao do Fertilizante Nitrogenado Aplicado a una Cultura de Feijao. Pesq. Agropec. Bras, Brasilia, 20(9): 1031-1040.
- URBINA, R. 1991. Guía Técnica del Maíz. Centro Nacional de Investigaciones de Granos Básicos. CIAT. Editorial xyz, Cali, colombia. 16-20p.
- VIETS, F.G.; MOXON, A.L. & WHITE, E.J. Nitrogen Metabolism od corns Influenced by ammonium Nutrition. Plant Physiology, 21: 271-89, 1946.
- VOSE, P.B. 1980. Introduction to nuclear technique in Agronomy plant biology. Oxford, perpamon, Pp.328-60.
- ZSOIDOS, F. Ammonium and Nitrate ion uptake by Plants. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Viena. Austria. Nitrogen-15 insoil Plant studies. Viena, 1971, p.81-9.

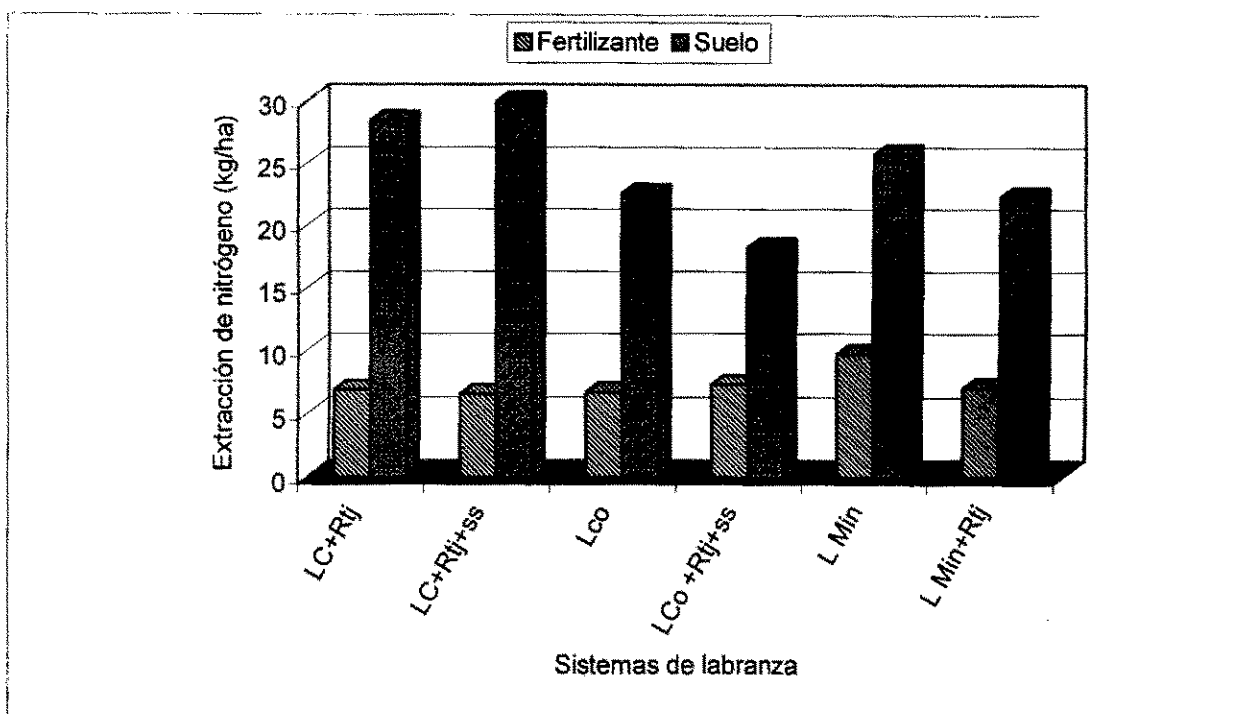
ANEXO



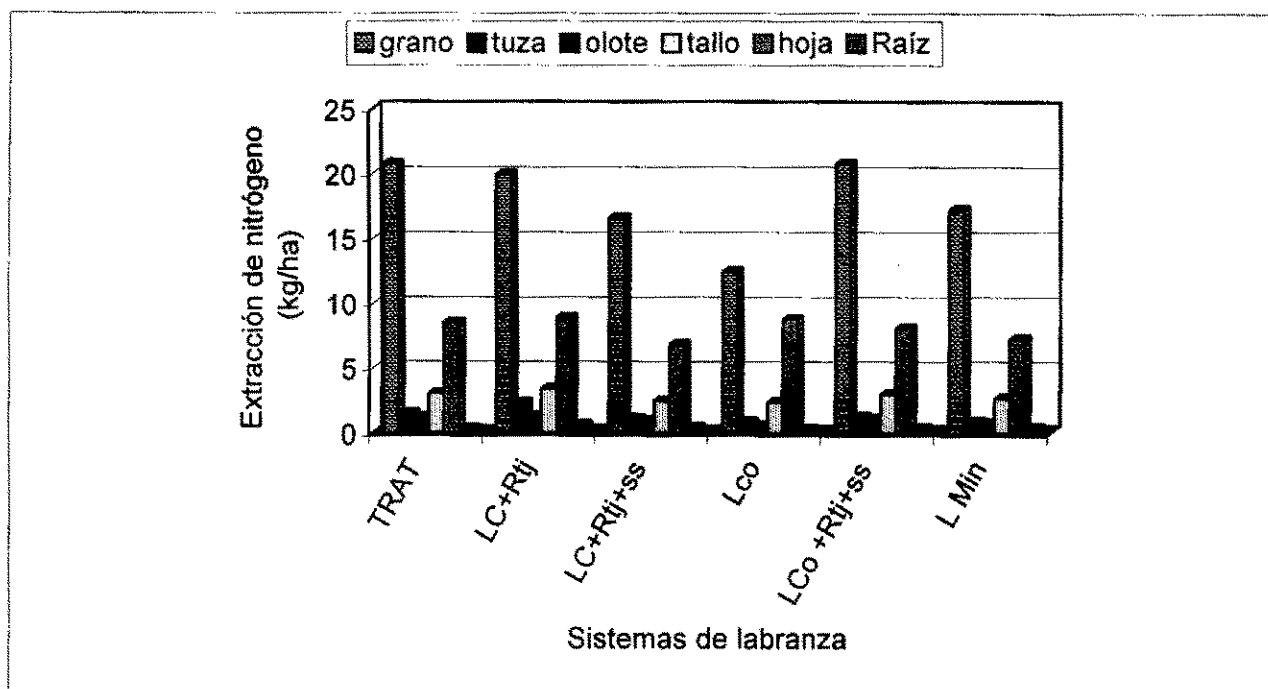
Anexo 1. Extracción de nitrógeno por los diferentes órganos de la planta proveniente del suelo bajo distinto sistema de labranza. La compañía carazo. Primera, 1995.



Anexo 2. Extracción de nitrógeno por los diferentes órganos de la planta proveniente del fertilizante bajo distinto sistema de labranza. La compañía carazo. Primera, 1995.



Anexo 3. Extracción de nitrógeno proveniente del suelo y fertilizante por el cultivo del maíz bajo diferentes sistema de labranza. La compañía carazo. Primera, 1995.



Anexo 4. Extracción de nitrógeno total por los diferentes órganos del cultivo proveniente del fertilizante bajo distinto sistema de labranza. La compañía carazo. Primera, 1995.