

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

(FARENA)



BALANCE APARENTE DE NUTRIENTES (N, P, K) EN UNIDADES DE PRODUCCION DE TISMA, DEPARTAMENTO DE MASAYA, CICLOS 2000 - 2001

(Trabajo de Diploma)

Autores:

**Br. Erika Yahosca Cantillano Rodríguez
Br. Gisselle Ivette Mccoy Hogdson**

Asesor:

Ing. M.Sc. Leonardo García Centeno

Managua, Nicaragua, Septiembre 2002.

DEDICATORIA

Quisiera dedicar el presente 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 las horas difíciles, en los días felices, en las enfermedades, así también en los momentos especiales.

A mi querido padre Pedro Pablo Cantillano Maldonado, por ser padre ejemplar, por su apoyo incondicional para poder culminar uno de los sueños más importantes de mi vida y contribuir día a día en mi desarrollo profesional y ahora espiritual. Muchísimas Gracias Papá.

A mi dulce madre Aurora A. Rodríguez Moncada, por apoyarme siempre en todas las circunstancias de mi vida, brindándome mucho amor, confianza, dedicación., por inculcarnos principios de respeto hacia los demás y por su esfuerzo diario para conducirnos por el camino de la verdad.

A mi abuela María Maldonado (q.e.p.d), por querer tanto a sus hijos a pesar de tantas dificultades, por hacerlos amar, cuidar y preservar el mundo en el que vivimos.

A mis hermanos: Aitza, Gustavo, Nidia, Yasser, Intín Valentín por apoyarme también en cada una de mis decisiones .

Muy especialmente quisiera dedicar este trabajo al Ing. Henry González Reyes, con mucho cariño, respeto y admiración por su preocupación y sugerencias para la finalización del trabajo.

A todos mis grandes amigos y amigas por brindarme su amor y por ser motivo de inspiración para seguir mejorando cada día.

Br. Erika Yahosca Cantillano Rodríguez.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios todo poderoso, que es el motor que impulsa nuestras vidas, el que me dio entendimiento, sabiduría, fe, esperanza y amor.

A mi Madre la Sra. Martha Hodgson Downs, que después de madre es mi mejor amiga, que a través de sus consejos y buenos ejemplos a sabido sacarme adelante y siempre ha estado a mi lado apoyándome en los buenos y malos momentos de mi vida, por brindarme tanto amor y conducirme siempre por el buen camino. Gracias Mamá....

A mi padre el SR. George Newbal, que con su apoyo incondicional confió siempre en mí, en toda esta etapa de mi carrera, y se que lo seguirá haciendo en mi vida personal.

Muy especialmente a mi tía Marcia Dixon Downs, por ser como mi segunda madre y una persona muy importante en mi vida.

A mis hermanos, Ricardo, Anthony, Warren, D^o Jerry, Gretehen, que también siempre me han apoyado, a todos ellos muchas gracias.

A mis amigos por apoyarme y por estar ahí siempre que los he necesitado.

Br. Gisselle Ivette Mccoy Hodgson.

AGRADECIMIENTOS.

Queremos expresar nuestro agradecimiento muy especialmente a nuestro asesor el Ing. M.Sc. Leonardo García Centeno por su paciencia y dedicación para revisar nuestro trabajo, por sus regaños y esfuerzos por hacernos mejorar cada día.

A los productores de Tisma, por habernos apoyado decididamente en la realización de este trabajo.

Al Lic. M.Sc Gustavo Valverde Reyes, por su cooperación en la búsqueda de información.

A todos nuestros profesores, amigos y compañeros de clases por haber compartido momentos inolvidables que guardaremos siempre en el corazón.

Al pueblo de Nicaragua por su esfuerzo y contribución en la lucha diaria por el 6% para que podamos seguir teniendo acceso a la educación superior, si a este pueblo impregnado de amor y de sufrimiento a todos ellos muchas gracias.

A TODOS MUCHAS GRACIAS

DEDICATORIA	.....	i
AGRADECIMIENTO	.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	.....	ix
INDICE DE FIGURAS	.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS	.....	xi
RESUMEN	.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN	.....	1
II. REVISION DE LITERATURA	.....	4
2.1. Teoría de sistema	.....	4
2.1.1. Sistema	.....	4
2.1.2. Sistemas de producción	.....	4
2.1.3. Clasificación de sistemas	.....	4
2.1.4. Características de un sistema	.....	5
2.2. Componentes del suelo	.....	6
2.2.1. Componente inorgánico	.....	6
2.2.2. Componente orgánico del suelo	.....	7
2.3. Las reservas del suelo	.....	9
2.4. Productividad del suelo	.....	10

2.5. Fertilidad del suelo	.....10
2.5.1. Factores que influyen en la fertilidad del suelo	...11
2.6. Disponibilidad de nutrientes	.....11
2.6.1. Nitrógeno en el suelo	.....12
2.6.2. Fósforo en el suelo	.....12
2.6.3. El potasio en el suelo	.....13
2.7. Factores que afectan la disponibilidad de nutrientes	.....13
2.7.1. Humedad del suelo	.....13
2.7.2. Aireación	.....14
2.7.3. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	.....14
2.7.4. El pH del suelo	.....14
2.7.5. La textura	.....15
2.7.6. La estructura	.....15
2.8. Efecto de la ganadería sobre los nutrientes del suelo	.....16
2.8.1. Pastoreo directo	.....16
2.8.2. Pastoreo indirecto	.....17
2.9. Efecto de la quema sobre la fertilidad del suelo	.....17
2.10. Erosión del suelo	.....18
2.10.1 Erosión de la fertilidad del suelo	.....18
2.11. Sistemas agroforestales	.....18
2.12. Los nutrientes vegetales	.....19
2.12.1. Origen de los nutrientes vegetales	.....19
2.12.2 Los nutrientes como capital	.....20
2.13. Elementos nutritivos necesarios para las plantas	.....20
2.13.1. El nitrógeno en las plantas	.....21
2.13.2. El fósforo en la planta	.....22
2.13.3. El potasio en la planta	.....22
2.14. Aplicación de fertilizantes minerales y orgánicos	.....22
2.14.1. Fertilizantes minerales	.....22
2.14.2. Fertilizantes orgánicos	.....23

2.15. Factores económicos e institucionales que influyen en el empleo de fertilizantes	25
2.16. Restitución de nutrientes	25
2.16.1. Ley de la restitución	26
2.16.2. Ley del equilibrio entre los nutrientes	26
2.17. Manejo de la parcela	27
2.17.1. Labranza cero	28
2.17.2. El barbecho	28
2.17.3. Cultivos de cobertura	28
2.17.4. Rotación de cultivos	29
2.18. Flujo de nutrientes	29
2.18.1. Balance aparente de nutrientes	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1. Descripción del área de estudio	33
3.1.1 Ubicación Geográfica	33
3.1.2 Aspectos Fisiográficos	33
3.1.3Clima	33
3.1.4 Suelos	34
3.1.5. Topografía	34
3.1.6 Característica orográficas	34
3.1.7 Descripción socio económica	34
3.2 Proceso metodológico	36
3.2.1. Modelo general del balance aparente de nutrientes	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. Características del Manejo de las Parcelas.	42
4.2. Balance aparente de Nitrógeno(N).	43
4.3. Balance aparente del Fósforo (P).	46
4.4. Balance aparente del Potasio (K).	50
V. CONCLUSIONES	54

VI. RECOMENDACIONES55

VII. BIBLIOGRAFÍA56

VIII. ANEXOS59

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Las entradas y salidas consideradas por Stoorvogel & Smalling (1990).	31
Tabla 2. Precipitaciones registradas durante los años de estudio Tisma 2000-2001.	33
Tabla 3. Metodologías utilizadas para el análisis de suelo	37
Tabla 4. Entradas y salidas que se tomaron en cuenta para obtener el balance aparente de nutrientes.	38
Tabla 5. Rendimiento y cantidad de fertilizante máximo y mínimo por cultivo en las fincas de Tisma.	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1. Resultado del balance de nitrógeno de seis productores de Tisma (2000-2001).	43
Gráfico 2. Resultado del balance de nitrógeno de seis productores de Tisma (2000-2001).	44
Gráfico 3. Resultado del balance de nitrógeno de seis productores de Tisma (2000-2001).	45
Gráfico 4. Resultado del balance de nitrógeno por agrupación de fincas en comunidades, Tisma 2000-2001.	46
Gráfico 5. Resultado del balance del fósforo de seis productores de Tisma (2000-2001).	47
Gráfico 6. Resultado del balance del fósforo de seis productores de Tisma (2000-2001).	48
Gráfico 7. Resultados del balance del fósforo de seis productores de Tisma (2000-2001).	48
Gráfico 8. Resultado del balance de fósforo por agrupación de fincas en comunidades, Tisma 2000-2001.	49
Gráfico 9. Resultados del balance del potasio de seis productores de Tisma (2000-2001).	50
Gráfico 10. Resultado del balance del potasio de seis productores de Tisma (2000-2001).	51
Gráfico 11. Resultado del balance del potasio de seis productores de Tisma (2000-2001).	51
Gráfico 12. Resultado del balance del potasio por agrupación de fincas en Comunidades de Tisma (2000-2001).	52

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Esquema simplificado de las formas y equilibrios de los nutrientes en el sistema suelo – planta (Vieira et al., 1999).	27
Figura 2. Esquema cualitativo simplificado del ciclo de nutrientes en un sistema de producción que involucra granos básicos y Ganadería (Vieira et al., 1999).	32

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Formato de encuesta aplicada a los productores para recolectar la información.	60
Anexo 2. Resultado de los análisis de suelos realizados para las áreas en estudio.	64
Anexo 3. Resultados de análisis de plantas utilizadas para los cálculos de salida de nutrientes.	65
Anexo 4. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO /BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Enrique José Siesa..	67
Anexo 5. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO /BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Alejandro González	68
Anexo 6. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO /BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Marcelina Bermúdez.	69
Anexo 7. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO /BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Zenia Dumas.	70
Anexo 8. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO /BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Isidro García.	71
Anexo 9. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO /BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Alejandro Pérez Vilchez.	72
Anexo 10. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO /BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Máximo Matutes.	73

Anexo 11. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO / BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Hilda Vivas Sánchez.	74
Anexo 12. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO / BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de José Ruiz García.	75
Anexo 13. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO / BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Luis López Rosales.	76
Anexo 14. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO / BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Agustín Alemán.	77
Anexo 15. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO / BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Francisco Barrera Morales.	78
Anexo 16. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO / BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Pedro Picado.	79
Anexo 17. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO / BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Agustín Urbina.	80
Anexo 18. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO / BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Justo Pastor Blancos.	81
Anexo 19. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO / BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de Boanerge Rocha.	82
Anexo 20. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO / BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)</i> Finca de José Ignacio Salazar.	83
Anexo 21. <i>BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO / BIOMASA+ COSECHA / AÑO 2000-2001.</i> Finca de Edgar Pérez Guerrero.	84

RESUMEN

Un estudio sobre balance aparente de los nutrientes nitrógeno(N), fósforo (P) y potasio (K), fue desarrollado en 18 unidades de producción del Municipio de Tisma, departamento de Masaya durante los ciclos 2000 y 2001. El propósito del trabajo era conocer el manejo que cada productor realiza a sus parcelas y el impacto del mismo sobre la fertilidad natural del suelo. El seguimiento durante el periodo de estudio, se realizó mediante encuestas y visitas al campo para conocer todo lo relacionado a los cultivos, los rendimientos y el destino de los rastrojos de cada uno de los cultivos. Para conocer el estado de fertilidad de cada parcela, se recolectaron muestras de suelo, las cuales fueron llevadas al laboratorio de suelo para su posterior análisis. Durante los períodos de cosecha se recolectaron muestras de plantas para analizar sus contenidos de N, P, K. Con los datos obtenidos, se calcularon las exportaciones de nutrientes de cada parcela. Los resultados mostraron que los productores pertenecientes a una comunidad presentan patrones definidos de manejo, siendo los cultivos principales maíz, sorgo y algunas hortalizas para la comunidad de la Montañita 1, los productores de San Ramón tienen incorporado la yuca, el pipián y arroz, en cambio los de Tisma, adicionalmente cultivan melón, tomate, chiltoma y sandía. La incorporación de cultivos más comerciales al sistema de manejo se asocia a un uso más elevado de fertilizantes químicos, sin embargo, los balances realizados para el nitrógeno muestran que los ingresos son más bajos que los egresos resultando en balances negativos, en cambio para el caso del fósforo, el 70 % de las fincas en estudio presentaron balances positivos, es decir, más entradas que salidas. Este comportamiento estuvo asociado al tipo de fertilizante que como fuente de nutrientes usan los productores (18-46-0). Al uso de esta fuente también estuvo asociado el balance del potasio realizado, obteniéndose déficit (balance negativo) en el 100 % de las fincas en estudio. La agrupación de las fincas en comunidades mostró que las unidades de producción de Tisma son las que tienen los déficit más grandes en nitrógeno y potasio debido a los tipos de cultivos que manejan, no así en el fósforo que fue el más alto acumulado (mayores ingresos). Los altos déficit de potasio en las unidades agrupadas en Tisma, pudieran conducir a mediano y corto plazo a deficiencias de potasio por antagonismo con magnesio, ya que los análisis de suelo muestran valores altos de este último elemento, situación que se podría agravar por las condiciones de pH alcalinos que presentaron dichas unidades de producción.

SUMMARY

A Study of apparent balance of nutrients nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), during the cycles 2000-2001. The purpose of the work was to find out the handling that each producer carries out to their land parcels and the impact that it has on the natural fertility of the soil. The follow-up during the period of study, was carried out by means of surveys and visits to the field in order to know everything related to the crops, the yield and the use of the stubble of each one of the crops. In order to know the state of fertility of each land parcel, samples of soil were gathered, and were taken to the laboratory of soil to be analyzed. During the period of crop samples of plants were gathered in order to analyze their contents of N, P, K. With these data was calculated the exports of nutrients of each land parcel. The outputs showed that the producers that belong to a community used the definite patterns of handling, being the main crops corn, sorghum and some vegetables for the community of the Montanita 1. The producers of San Ramon have incorporated cassava, Pipian and rice, on the other hand, Tisma producers in addition cultivate melon, tomato, pepper and watermelon. The elevated use of fertilizers chemicals, however, the balances carried out for the nitrogen show that the input are lower than the output resulting in negative balances, on the other hand for the case of the phosphorus, the 70% of the farms in study introduced positive balances, that is more input than outputs. This balance was associated to the type of fertilizer that the producers use as samples (18-46-0). To the use of this supply, also was associated the balance that carried out potassium, getting deficit (negative balance) in the 100% of the properties in study. The grouping of the properties in communities showed that the units of production of Tisma are those that have the biggest deficit in nitrogen and due potassium to the types of cultivations that they manage, however, phosphorus was the higher accumulated (higher input). The higher deficit of potassium in the units assembled in Tisma, that could lead to medium and short term to deficiencies of potassium for antagonism with magnesium, since the analysis of soil show higher value of this last element, situation that would get worse for the conditions of alkaline presented at those production system that introduced this of productions.

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades agropecuarias y la pesca en la laguna de Tisma, ocupan el primer lugar en la economía del municipio del mismo nombre, lo cual genera un 77% del total de empleos existentes (1,653 puestos). En la agricultura predominan los cultivos de maíz, sorgo, yuca y hortalizas; la ganadería es con doble propósito (carne y leche) y en menor escala.

Según MAG/IDR, (1998), entre las unidades de producción agrícola Nicaragüenses, se pueden encontrar diferentes combinaciones; sin embargo, el 93.69% contienen de alguna manera granos básicos dentro de su producción. Entre las unidades agrícolas un 29.02% produce sólo maíz, un 31.31% produce combinaciones de maíz con frijol (generalmente de relevo) y, en menores proporciones combinaciones de granos básicos entre sí o combinaciones de granos básicos con otros cultivos (hortalizas, frutales, cultivos de exportación o no tradicionales)

Un estudio realizado por el MAG (1998) y el IDR, con apoyo del Banco Mundial, identificó que existe un total de 250,000 unidades de pequeña y mediana producción, y que el 71.8% de ellas es de producción agrícola; un 9.7% es una combinación de agricultura y ganadería; y le siguen en importancia otras combinaciones.

Se ha estimado que cada año producto del mal manejo de los sistemas agrícolas, se pierden millones de hectáreas de tierra cultivable para la agricultura a causa de la degradación del suelo. Esto sucede por el rápido aumento de la población que está demandando del suelo, cantidades crecientes de alimento, fibras y combustible. Como resultado, el suelo está siendo explotado más intensivamente. Además las cantidades crecientes de tierra nuevas incorporadas a la agricultura son de una calidad más pobre y menos productivas que las tierras actualmente en explotación lo cual aumenta aún más la degradación del suelo. No en vano la sostenibilidad del recurso suelo se ha hecho un asunto muy importante (FAO, 1996).

Nicaragua dispone de excelentes suelos con un gran "capital fertilidad" que no es más que la capacidad del suelo para compensar las pérdidas de nutrientes. Sin embargo, por diferentes razones (presencia de laderas, régimen pluvial, expansión demográfica, falta de recursos, insuficiente apoyo institucional), el "capital de fertilidad" se ha venido desgastando a veces en forma rápida debido a prácticas agrícolas mal utilizadas, sin una reposición adecuada de nutrientes.

Estos procesos conducen con el tiempo, a una disminución de la fertilidad natural del suelo debido a disminución de las fuentes de N, P, K, disminución de la CIC, inadecuado desarrollo radicular y disminución de las reservas útiles de nutrientes. Consecuencias inevitables de esta situación son la pobreza rural y la inseguridad alimentaria. Numerosas observaciones indican que los balances de nutrientes a nivel de fincas son deficitarios debido a que las cantidades exportadas por las cosechas son más elevadas que las restituciones (INTA -FAO, 1997).

El crecimiento demográfico, las mismas prácticas migratorias, los bajos rendimientos, los altos costos de producción y por la gran cantidad de tierras que han sido degradadas por manejos ineficientes de la fertilidad, los campesinos de las distintas zonas agrícolas con manejos tradicionales, se ven en la necesidad de producir alimentos, con el desafío de mantener, recuperar y aumentar el potencial productivo de sus tierras.

El municipio de Tisma no es la excepción a la problemática nacional del agro, el 62 % de las tierras explotadas agrícolamente son parcelas entre 0.5 y 5 manzanas, un 4.6 % maneja cultivos diversificados, solo un 19.9 % de los productores recibieron asistencia técnica durante el ciclo 2000-2001 y solamente un 6% de los productores recibieron capacitación relacionada al manejo de la fertilización de los cultivos. Por esta razón se realizó el presente trabajo, que promueve un estudio exploratorio mediante un balance aparente de nutrientes en 18 fincas bajo el sistema de manejo tradicional de los campesinos del municipio de Tisma departamento de Masaya, durante los ciclos 1999 - 2001, a través del cual, se tipificará el manejo de la fertilidad de los suelos y los fertilizantes por parte de los productores, así como la incidencia del mismo sobre el capital fertilidad.

OBJETIVOS

Objetivo general

- ◆ Estimar las pérdidas y/o ganancias de nutrientes del suelo, mediante un balance aparente de N, P, K, en 18 fincas bajo la implementación de prácticas agronómicas tradicionales utilizadas por los agricultores del Municipio de Tisma departamento de Masaya durante los ciclos 2000 – 2001.

Objetivos específicos

- ◆ Cuantificar los flujos de nutrientes (entradas y salidas) de las parcelas, por la aplicación de abonos al suelo, por consumo de rastrojos por animales, la extracción de biomasa y cosecha.
- ◆ Realizar un balance aparente de nutrientes (N, P y K) por cada ciclo y finca, durante los dos años.
- ◆ Identificar si la forma de manejo que los productores realizan en cada parcela, influye en la fertilidad de los suelos y los efectos que este puede tener sobre el balance aparente de nutrientes.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Teoría de sistema

Los sistemas enfatizan en la necesidad de ver una situación en forma global y no como partes separadas. Los límites del sistema cambian con las modificaciones en el enfoque, en el proceso de transformación de insumos en productos; reconoce las interacciones de los componentes dentro y fuera del sistema, subraya la importancia de la jerarquía de los sistemas, por lo que cada uno de ellos es parte de un sistema mayor y en sí en un subsistema (FAO, 1991).

2.1.1. Sistema

Para Saravia (1983), existen muchas definiciones de sistema, una de ellas es la que considera al sistema como: "Un arreglo de componentes físicos o un conjunto o colección de cosas conectadas o relacionadas de tal manera que forman o actúan como una unidad, como un todo".

2.1.2. Sistemas de producción

Son los sistemas de producción (vegetales y animales) y factores de producción (tierra, capital, etc.), los cuales actúan en unidad; y que la familia o el productor administra en un área determinada para satisfacer sus objetivos socioeconómicos y culturales a nivel de la finca (INTA - IICA, 1996).

2.1.3. Clasificación de sistemas

Hay distintos niveles de organización que ocupan un espacio dado, y estos se clasifican dependiendo del propósito que persigan, de esta forma, algunos pueden ser clasificados según la intensificación de los medios de producción, cuyo producto estará en función de la misma (Saravia, 1983).

- Sistema Nacional.
- Sistema Regional.
- Sistema Agrícola.
- Sistemas Pecuarios.
- Sistemas de Cultivos.
- Sistemas Forestales, etc.

2.1.4. Características de un sistema

Saravia (1983), sostiene que un sistema agrícola deberá incluir los siguientes conceptos:

- Un propósito: Por el cual el sistema es operado.
- Una frontera: Marca lo que está dentro del sistema y lo que queda fuera del sistema.
- El contexto: El ambiente externo en el cual funciona el sistema.
- Los componentes: Principales constituyentes que aparecen relacionados para formar el sistema.
- Las interacciones: las relaciones entre los componentes.
- Los recursos: Componentes (subsistemas) comprendidos en el sistema y que son utilizados para su funcionamiento.
- Los insumos o aportes: Empleados por el sistema pero que tienen origen externo al mismo.
- Organización: Estructura con cierto orden de arreglo que se forma, producto de los flujos de comunicación e intercambio entre elementos que cumplen funciones específicas.
- Los productos: El resultado esperado de la operación del sistema.
- Los subproductos: Productos útiles, aunque obtenidos incidentalmente.
- Dinámico: Está en continuo cambio y evolución, nunca es estático.

Los recursos o insumos, están bajo el control del campesino, pero no siempre pueden ser obtenidos o mejorados por los sistemas de producción ya que existen limitaciones tales como: Tamaño de la finca, tenencia de la tierra, etc. En el desarrollo y mejoramiento

potencial de los sistemas, se debe dar prioridad a los recursos internos a nivel de la unidad de producción, antes de considerar los externos, debido a que puede afectar la viabilidad del sistema como tal (Altieri, 1983).

La agroecología ha sido propuesta como la nueva disciplina científica que define, clasifica y estudia los sistemas agrícolas desde una perspectiva ecológica y socioeconómica (Altieri, 1983). La evaluación de un sistema de producción es una tarea compleja para lo cual no existen todavía parámetros y métodos suficientemente definidos y aceptados de forma universal (Berdegue & Larrain, 1992). Conway (1985), argumenta que no se necesita saber todo para hacer un análisis realista y útil. Basta con conocer algunas relaciones claves para entender el comportamiento y funcionamiento de un sistema.

"El suelo debe ser entendido como un sistema en el cual los componentes se desarrollan de manera interrelacionada. El comportamiento de uno es decisivo para la calidad del todo. Un cambio en uno de los componentes causa cambios en el sistema" (Vieira et al., 1999).

2.2. Componentes del suelo

2.2.1. Componente inorgánico

◆ Fracción mineral del suelo

Está constituida por el material grueso (cascajo), las partículas finas, arenas, limos, arcillas, en orden decreciente de tamaño, los componentes inorgánicos y los iones libres, ya sean nutrientes o no. La proporción arena, limo, arcilla determina la textura del suelo, junto a otras propiedades y otras características definen la distribución de poros en el perfil del suelo y en gran medida, la capacidad de almacenamiento de agua y su disponibilidad para las plantas (Vieira et al., 1999).

◆ **El agua en el suelo**

Es el componente del suelo que puede ocupar hasta la mitad de su volumen (estado de saturación), el agua en el suelo posibilita el desarrollo radicular y la solubilización de los nutrientes, su transporte y absorción por las raíces; la capacidad del suelo para almacenar agua depende de sus propiedades y características tales como: el tipo de estructura y su porosidad, el contenido de materia orgánica, textura, transmisión de calor del perfil, conductividad hidráulica y profundidad del perfil, entre otras (Vieira et al., 1999).

◆ **El aire en el suelo**

La presencia de oxígeno como componente del aire en la zona radicular es una condición determinante para que haya crecimiento de las raíces y absorción de los nutrientes, todas las transformaciones de naturaleza bioquímica que ocurren en el suelo, los procesos de transformación de la materia orgánica entre otros dependen de la disponibilidad y composición del aire en el suelo. La disponibilidad de aire en el suelo depende del volumen y distribución de los poros, el intercambio de aire entre la atmósfera y el suelo, y el contenido de agua del suelo. En condiciones medias, el aire y el agua del suelo representan la mitad del volumen de éste (Vieira et al. , 1999).

2.2.2. Componente orgánico del suelo

Según Vieira et al. (1999), el componente inorgánico está formado por todos los compuestos de origen biológico presentes en el suelo tales como la materia orgánica, organismos y raíces.

◆ **La materia orgánica del suelo**

Es el componente del suelo que mejor expresa su fertilidad, prueba de ello es que casi todo el azufre y el nitrógeno que contienen los suelos se encuentran en combinación orgánica. La materia orgánica se origina de los desechos de plantas y animales que han

vivido en la superficie, está formada por los cuerpos de organismos muertos y los residuos de materia viva depositadas sobre y dentro del suelo (Flores, 1983). Está en un activo proceso de desintegración y sujeta a los ataques de los microorganismos del suelo (Cairo, 1980). Los restos sufren una simplificación de su estructura a compuestos más sencillos y en general solubles, pueden sufrir un proceso de mineralización, pasando a formas inorgánicas, solubles (PO_4^{-3} , SO^{-2} , NO_3^- , etc.) o bien gaseosas (CO_2 y NH_4^+). Algunos compuestos son reorganizados (en un proceso inverso que rige la mineralización), produciéndose una inmovilización temporal de nutrientes (fundamentalmente nitrógeno) en la biomasa microbiana, pero reincorporándose más adelante a los compuestos húmicos, quedando en la típica dinámica de éste dentro del suelo (Moreno, 1996).

Se dice que un suelo es estable cuando existe un equilibrio entre la cantidad de humus bruto que se mineraliza y la cantidad de materia orgánica que se transforma en humus (Magdoff & Bartlett, 1985). El contenido de materia orgánica de un suelo normal suele variar entre el 1 y 5%, del cual corresponde al humus el 85 - 90% y el resto a los materiales no humificados (Yagüe, 1989). Un balance de materia orgánica de los suelos cultivados debe tener en cuenta las pérdidas producidas por la mineralización del humus, y todas las ganancias que puedan aparecer como consecuencia de la humogénesis de los residuos de origen vegetal y animal que se produzca en la explotación (Urbano & Moro, 1992).

◆ **Dinámica de la descomposición de la materia orgánica**

La rapidez con que se descompone la materia orgánica y se proliferan los microorganismos desintegradores depende de la relación carbono / nitrógeno (C/N). Los organismos vegetales con una relación C/N equilibrada (15-20) favorece la proliferación de los microorganismos y la descomposición rápida de la materia orgánica. Cuando dicha relación sube por encima de 50 o baja alrededor de 10, la descomposición se produce muy lentamente (Yagüe, 1989).

◆ **Importancia de la materia orgánica**

Vieira et al. (1999) afirma que la importancia de la materia orgánica radica en que favorece un gran número de propiedades de los suelos, se puede decir que interviene en:

- El color de los suelos, les imparte su color oscuro característico.
- Favorece la formación de agregados estables y reduce la plasticidad y cohesión.
- Aumenta la capacidad de retención del agua y la capacidad de intercambio iónico (se considera que la materia orgánica tiene una CIC por lo menos 10 veces superior a la que tienen las arcillas. Más del 10% de la CIC de los suelos tropicales se debe a la materia orgánica).
- Favorece la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre a través de la mineralización de sus compuestos orgánicos.
- Tiene efecto amortiguador regulando el pH de los suelos.
- Produce sustancias inhibitoras y/o activadoras de procesos químicos y microbianos.

◆ **Factores que influyen en la rapidez de descomposición de la materia orgánica**

Según Yagüe (1989), estos son:

1. La edad de la planta.
2. La temperatura.
3. La humedad.
4. La topografía.
5. El contenido de nitrógeno en el material.
6. El contenido de calcio en el suelo.

2.3. Las reservas del suelo

El suelo contiene reservas naturales de nutrientes en cantidades que dependen de la composición del suelo y de su etapa de edafización. Estas reservas están generalmente de forma inaccesible para los cultivos y solo una pequeña porción se libera cada año a través

de procesos biológicos o químicos. Esta liberación es muy pequeña para compensar la extracción de nutrientes que se lleva a cabo con la producción agrícola, especialmente en los trópicos húmedos, donde el suelo está fuertemente interperizado

Es importante considerar y cuidar el suelo como un cuerpo vivo, puesto que tanto su formación como propiedades y características a lo largo del tiempo están íntimamente ligadas al balance y comportamiento de los procesos inorgánicos y orgánicos allí presentes (Vieira et al., 1999). Los análisis químicos pueden ofrecer una aproximación de las reservas del suelo y su precisión está relacionada con el tipo de suelo, las condiciones del cultivo y las especies que se cultivan.

2.4. Productividad del suelo

Se refiere a la capacidad del suelo para producir y que resulta de la interacción de varios factores: Nutrientes, agua y/o factores climáticos, microfauna y flora, etc. Para mantener la productividad del suelo es necesario reponerle lo que las cosechas exportan. El deterioro de la calidad del suelo también puede ser provocado por prácticas tales como el cultivo intensivo sin rotaciones de este (Ketcheson, 1980).

2.5. Fertilidad del suelo

Se refiere a la capacidad que tiene el suelo de suministrar los macro y micronutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas o los cultivos. La noción de fertilidad no se debe considerar solamente como una característica intrínseca del suelo ya que no es independiente de las técnicas y de los sistemas de cultivo aplicados, lo cual involucra aspectos de naturaleza física, química y biológica. Un suelo fértil provee una base sólida para sistemas flexibles de producción de alimentos, que con las limitantes de suelo y clima pueden sostener un amplio rango de cultivos para cubrir las necesidades cambiantes (Salmerón & García, 1994).

2.5.1. Factores que influyen en la fertilidad del suelo

Según (Slobbe, 1996), estos factores son:

- ▶ Los recursos con que cuenta el productor (capital, tierra y mano de obra).
- ▶ El conocimiento que tienen los productores sobre los procesos de fertilización que se dan en el suelo.
- ▶ La ubicación de la finca (distancia de la finca a los centros distribuidores de fertilizantes).
- ▶ La tenencia de la tierra (alquilada, propia, etc.).
- ▶ Los años de presencia en la finca.
- ▶ La superficie de la finca (área).
- ▶ El sistema de la finca (agrícola o mixta).
- ▶ Localización agroecológica de la finca.

De estos factores los recursos del productor y el conocimiento que tienen los productores sobre los procesos de fertilización que se dan en el suelo, se consideran los más importantes en el manejo de la fertilidad.

2.6. Disponibilidad de nutrientes

Los nutrientes se encuentran en el suelo como resultado de la meteorización de las rocas y del reciclaje de la materia orgánica, aunque estos también pueden ser adicionados al suelo; la forma como se encuentran en el suelo puede ser variable. Un nutriente está disponible para las plantas solamente cuando esté presente en una determinada forma (iónica), lugar (solución del suelo), y cierto lapso de tiempo en el que pueden ser absorbidos por las raíces.

La disponibilidad de nutrientes puede variar, según la estación del año, la temperatura del suelo, estado de humedad, textura, estructura y espacio poroso. La concentración excesiva de un determinado nutriente en la forma disponible puede ser tóxico para las plantas (Vieira et al. , 1999).

2.6.1. Nitrógeno en el suelo

Entre el 95 - 98% del nitrógeno total del suelo está asociado a sustancias orgánicas, el resto es inorgánico, es por eso que en suelos con altos contenidos de materia orgánica, naturalmente tienen alto contenido de nitrógeno (Fassbender, 1993).

En suelos con un buen sistema de drenaje y con temperatura favorable, todos los compuestos solubles de nitrógeno se oxidan muy rápidamente y se convierten en nitratos; el suelo no absorbe gran parte de los nitratos, en consecuencia el nitrógeno es el elemento fertilizante más propenso a lixiviarse en las aguas superficiales o en las aguas subterráneas (es el movimiento físico de los nutrientes en solución por drenaje del suelo). El nitrógeno también puede volatilizarse (salida del gas amonio producido por la hidrólisis de la urea), y desnitrificarse por medio de bacterias cuando existen condiciones anaerobias en el suelo (pérdida de iones nitratos en forma de gases de nitrógeno molecular (N_2) u óxido de nitrógeno (N_2O)) (Lampkin, 1998).

2.6.2. Fósforo en el suelo

Según Salmerón & García (1994), las grandes variaciones en el contenido de fósforo total se deben a la variabilidad de las rocas parentales, al desarrollo del suelo y a otras condiciones edafológicas. El fósforo del suelo se clasifica en orgánico e inorgánico. El orgánico representa el 20 -60% del fósforo del suelo y al igual que el nitrógeno, el fósforo orgánico tiene sus ciclos de mineralización e inmovilización (Yagüe, 1989). La relación que existe entre el carbono y el fósforo en el suelo varía de acuerdo con: C/P=100 (suelo rico en fósforo); C/P=200 (promedio); C/P=500 (suelo pobre en fósforo) (Fassbender, 1993).

El fósforo es relativamente estable en los suelos, pero de esta alta estabilidad resulta una baja solubilidad que a veces causa deficiencias de fósforo para las plantas, a pesar de la continua mineralización de compuestos orgánicos del suelo (Fassbender, 1993). La mayor

parte del fósforo del suelo no es asimilable por las plantas, debido a su insolubilidad. Únicamente pueden ser absorbidos como monofosfatos H_2PO_4^- (monovalente) y HPO_4^{2-} (bivalente) presentes en la disolución del suelo (Yagüe, 1989).

Entre los procesos que tienden a volver no disponible el fosfato para las plantas figuran la adsorción, que se refiere a que el fosfato se adhiere a la superficie de los componentes del complejo de intercambio del suelo (arcillas, materia orgánica, hidróxidos de hierro y aluminio, caliza, etc.), o formando compuestos más o menos insolubles (Dominguez, 1997).

2.6.3. El potasio en el suelo

En la fracción del suelo puede estar en dos posiciones principales:

- a) Situado en la estructura cristalina de los minerales o fijados en las posiciones interlaminares de modo que sólo la alteración del mineral es capaz de producir la liberación de potasio (K) y su incorporación al sistema. En esta posición se encuentra el 90 - 98% del K en el suelo.
- b) Adsorbidos en posiciones de cambio de las arcillas coloidales (materia orgánica, alófanas) con mayor o menor afinidad, pero de forma cambiabile y, por tanto, participando activamente en el sistema. El potasio cambiabile puede estar entre el 1 - 10% del total (Lampkin, 1998).

2.7. Factores que afectan la disponibilidad de nutrientes

2.7.1. Humedad del suelo

La absorción de nutrientes depende del contenido de agua, si los nutrientes no están en solución no están disponibles para las plantas, ni tampoco ocurriría la mineralización de la materia orgánica (Vieira et al., 1999).

2.7.2. Aireación

Con déficit de oxígeno las raíces no logran crecer ni absorber nutrientes de forma suficiente, cuando un suelo está anegado (saturado), los organismos que oxidan el nitrógeno amoniacal dejan de hacerlo (Vieira et al., 1999).

2.7.3. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Las arcillas y la materia orgánica están cargadas negativamente y son capaces de adsorber cationes de la solución del suelo; estos cationes se denominan cationes de cambio, ya que pueden ser cuantitativamente remplazados por otros sin destruir los coloides del suelo. La cantidad de cationes de cambio que un suelo es capaz de adsorber recibe el nombre de "CIC" (Arzola et al., 1986). Los cationes cambiables influyen en la estructura, actividad biológica, régimen hídrico y gaseoso, reacción, proceso genérico del suelo y su formación. Los principales cationes de cambio son: K, Ca, Mg, aunque hay otros presentes en cantidades apreciables tales como: H, Na, NH_4^+ y Al, además, siempre existen pequeñas cantidades de Mn, Zn, Cu y hierro ferroso (Vieira et al., 1999).

Existe una estrecha relación entre la CIC y la productividad del suelo, ya que no es la cantidad de nutrientes del suelo la que indica su productividad si no la capacidad del suelo para renovar las existencias una vez que han sido utilizados los nutrientes en solución (Buckman y Brady, 1985).

2.7.4. El pH del suelo

El pH o reacción del suelo es el indicador de la actividad del ion hidrógeno (H^+) en el suelo, siendo esta una de las características más importantes del suelo, debido a que microorganismos y plantas superiores responden tan notablemente a su medio químico. Tres condiciones son posibles en el suelo: Acidez (< 7), neutralidad (7) y alcalinidad (> 7) (Buckman & Brady, 1985). El estado de acidez del suelo es un factor que afecta la disponibilidad de prácticamente todos los nutrientes, se podría decir que el nivel de pH en

el que se da una disponibilidad promedio elevada para todos los nutrientes, está entre 5.7 y 6.5. El pH influye principalmente sobre la forma en que se encuentre el nutriente en el suelo (iónico, precipitado o soluble). La acidez realmente peligrosa para la producción agrícola es aquella asociada al aluminio (Al), se considera que un nivel de saturación de aluminio (Al) mayor del 10% es perjudicial para la mayoría de los cultivos (Vieira et al., 1999).

2.7.5. La textura

Es la distribución del tamaño de las partículas aisladas (Arena, Limo, Arcilla) que forman el suelo. La textura es una de las propiedades más importantes del suelo por la estrecha relación que guarda con muchas propiedades físico - químicas por cuya razón incide en la fertilidad del suelo (Porta et al., 1994).

2.7.6. La estructura

Según Porta et al. (1994), la estructura es el ordenamiento de grumos individuales en partículas secundarias o agregadas, como resultado de interacciones físico - químicas entre arcillas y grupos funcionales de materia orgánica. La estructura controla una serie de propiedades y comportamiento del suelo tales como:

- Facilita la emergencia de plántulas y la infiltración del agua.
- Aumenta la reserva de agua en el suelo.
- Una buena estructura del suelo permite una buena circulación de aire, agua y nutrientes.
- Favorece el desarrollo de los microorganismos aeróbicos.
- La baja compactación del suelo, favorece el laboreo y disminuye la densidad aparente.
- Un suelo bien estructurado es más resistente a la erosión.

2.8. Efecto de la ganadería sobre los nutrientes del suelo

En los sistemas pecuarios, en cuanto al reciclaje de nutrientes, son evidentes los efectos en la transferencia de nutrientes en los potreros debido a los productos excretados por los animales. La mayor parte de estos nutrientes se retorna con las heces y orina, cuya cantidad es considerable. Las excretas contienen los nutrientes necesarios para las plantas y en las proporciones deseadas. Sin embargo, esos nutrientes no pueden estar todos inmediatamente disponibles para las raíces de las plantas.

La orina es rica en nitrógeno (contiene la mitad del nitrógeno total excretado), potasio (tres cuartas partes de potasio) y azufre; mientras que las heces contienen todo el fósforo, parte orgánico (poco asimilable) y parte inorgánico (bastante disponible de inmediato), así también la mayoría del calcio y magnesio pero mucho menos potasio, sodio, nitrógeno y azufre, siendo estos dos últimos disponibles sólo lentamente (Funes, 1975). Dado lo anterior, se podría decir que la ganadería puede jugar un papel importante en el mantenimiento de la fertilidad del suelo.

Según García (2000), en un estudio de balance realizado en fincas de San Isidro Matagalpa, encontró que del total de nitrógeno, fósforo y potasio que sale del sistema por consumo de biomasa por los animales, solamente regresan al sistema por esta vía 3.63 %, 22.16 % y 3.08% de N, P y K, respectivamente, constituyéndose esta práctica en un factor que contribuye a la disminución de las reservas nutritivas de los suelos.

2.8.1. Pastoreo directo

El ganado consume los rastrojos en el mismo terreno en donde han sido producidos. En este caso, los animales consumen los rastrojos (material orgánico y nutriente). Sin embargo, reciclan allí mismo una parte de los nutrientes y de la materia orgánica consumida, a través de las heces y la orina. La otra parte de los nutrientes contenidos en los rastrojos sale del área como componentes de la carne y la leche, además, al permanecer en el área, mediante el pisoteo deterioran la estructura del suelo (Vieira et al., 1999).

2.8.2. Pastoreo indirecto

El ganado se alimenta de los rastrojos que son cosechados y suministrados en algún punto fuera del área donde han sido producidos. En este caso, los animales también consumen los rastrojos, pero no reciclan los nutrientes y la materia orgánica en la misma área. Estos salen del área de producción de granos básicos pero no necesariamente de la finca, dado que el ganado defeca en las áreas de pasto o el productor utiliza el estiércol en cualquier parte de la finca, como ventaja los animales no pisotean el suelo donde siembran los granos básicos (Vieira et al., 1999).

2.9. Efecto de la quema sobre la fertilidad del suelo

La quema es un método que el agricultor migratorio a utilizado por mucho tiempo para limpiar la parcela, despojando de ella residuos de cosechas o plantas indeseables. Pero a su vez, exponiendo el suelo al impacto de la lluvia, creando vegetación pastoril o invasoras propias del fuego, impidiendo el retorno de materia orgánica al suelo, etc.

Según Viera et al. (1999), algunos de los efectos negativos de la quema son:

1. Destrucción de la materia orgánica que ha sido producida durante el ciclo de crecimiento vegetal (cultivo o barbecho).
2. Contaminación del aire, contribuyendo al efecto invernadero.
3. Pérdida de elementos en forma de gases tales como carbono orgánico, N y S.
4. Pérdida de cobertura del terreno, lo cual trae como consecuencia la erosión del suelo.
5. La ceniza que queda sobre la superficie del suelo después de la quema es fácilmente lavada por la lluvia o llevada por el viento.
6. Reducción de las poblaciones de organismos en el suelo, lo que trae como consecuencia menor reciclaje de nutrientes.
7. Reducción en los niveles de materia orgánica y de nutrientes en el suelo, pudiendo llegar a extremos de no posibilitar la producción agropecuaria o forestal económicamente rentable.

García, (2000), realizando balances aparentes de nutrientes en fincas de Matagalpa, estimó que aproximadamente un 60 % del valor negativo obtenido en el balance del nitrógeno, se debía al efecto de la practica por quema.

2.10. Erosión del suelo

La erosión es un proceso natural, geológico, con una velocidad de 0.1 - 1.0 mm/año. Que bajo la influencia del hombre, principalmente por la remoción de la cubierta vegetal protectora, conduce a una aceleración del proceso con una intensidad mayor de 40 mm/año. Más en detalle, la erosión se puede dar por el impacto de la radiación, agua o corriente de aire, y es frecuentemente causada por la combinación de estos. Los suelos son muy sensitivos a la radiación, especialmente en climas secos, en donde los suelos han sido despojados de la cubierta vegetal o colchón, la vida de estos suelos se pone en peligro, el crecimiento radicular y su funcionamiento no son óptimos, y el humus de la capa superficial es mineralizado (Salmerón, 1996).

2.10.1 Erosión de la fertilidad del suelo

La erosión por el agua va acompañada de tres procesos fundamentales de erosión como son el desprendimiento, transporte y deposición. (Follet & Stewart, 1985). Sin embargo, la erosión de la fertilidad puede ocurrir sin ningún desplazamiento del suelo. El proceso de pérdida varia según los diferentes elementos, el fósforo se pierde principalmente por las partículas coloidales, en cuya superficie está adsorbido, mientras el nitrógeno en forma de nitrito o nitrato es soluble por lo que se elimina a través de la esorrentía (Fassbender, 1993).

2.11. Sistemas agroforestales

Los árboles en sistemas agroforestales cumplen funciones ecológicas de protección del suelo disminuyendo los efectos directos del sol, el agua y el viento (Montagnine et al., 1992). También pueden modificar las características físicas del suelo como su estructura (por la adición de hojarasca, raíces y tallos incrementando los niveles de materia orgánica),

la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio. El sistema radicular extendido y profundo aumenta el área disponible para captar agua y nutrientes (Young, 1989).

2.12. Los nutrientes vegetales

El restablecimiento, mantenimiento e incremento de la fertilidad de los suelos son prioritarios en la agricultura. Un manejo deficiente de los nutrientes vegetales por parte de los agricultores en lo individual hace disminuir la fertilidad de los suelos, por un exceso de explotación, erosión, y deforestación (FAO, 1999).

2.12.1. Origen de los nutrientes vegetales

Según Vieira et al. (1999), las plantas obtienen sus nutrientes sobre todo nitrógeno, fósforo y potasio, pero también micronutrientes u oligoelementos de siete fuentes principales:

- Las reservas naturales de los suelos. Todos los años las plantas reciben apenas una reducida porción de nutrientes por esta vía.
- Los fertilizantes minerales, fabricados en forma líquida o sólida, tienen un contenido de nutrientes más elevado que las fuentes orgánicas.
- Las fuentes orgánicas, inclusive la harina de hueso, la sangre y el estiércol, los fertilizantes orgánicos pueden mejorar la retención de agua de los suelos y sus condiciones físicas.
- Algunos microorganismos promueven la fijación biológica del nitrógeno, al ser capaz de convertir el nitrógeno del aire en amoníaco de donde derivan nitrógeno.
- Depósitos de aire, es el transporte de partículas del suelo por el viento
- Los nitratos de la lluvia, el amoníaco en gas o disuelto en la lluvia, el azufre de la lluvia ácida, las sales y el cloro del rocío.

- El agua del riego, de las inundaciones, el agua subterránea o de un medio hidropónico, proporcionan elementos nutritivos, ya sea de manera natural o por los fertilizantes incorporados al agua de riego.

2.12.2 Los nutrientes como capital

Los agricultores tratan de satisfacer las demandas nutricionales de los cultivos mediante la utilización del "capital fijo" de los elementos del suelo (las reservas naturales del suelo, contenidas en las arcillas), y el "capital de explotación" de los nutrientes, derivados de fuentes naturales (compost) y orgánicas (biomasa producida por los cultivos), con el complemento de otros externos (fertilizantes minerales) (FAO, 1984).

El suelo debe proporcionar estos nutrientes a las plantas de una forma adecuada y en una proporción que le permita utilizarlos. Las plantas toman los nutrientes principalmente en forma de iones cargados eléctricamente (NO_3^- , H_2PO_4^- , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}). El suelo retiene los iones positivos (cationes) en espacios cargados negativamente, denominados coloides (Lampkin, 1998). Esta capacidad de los suelos de almacenar nutrientes es variada, depende del suelo, pero también depende del manejo que el productor hace de los mismos, sobre todo del manejo del capital fertilidad.

2.13. Elementos nutritivos necesarios para las plantas

Según (Wild, 1992), los elementos que actualmente se consideran esenciales para las plantas superiores son:

- 1- *Macronutrientes*: carbono, hidrógeno y oxígeno; nitrógeno, fósforo y potasio; calcio, magnesio y azufre. Estos a su vez se dividen en dos grupos:
 - a) *Nitrógeno, fósforo y potasio*, que son absorbidos por las plantas, según los casos, en cantidades moderadas o importantes, sus carencias son frecuentes y constituyen los componentes principales de los fertilizantes comerciales.

b) *Calcio, magnesio y azufre*, absorbidos por las plantas en cantidades moderadas y, aunque sus carencias suelen ser menos frecuentes, pueden adquirir cierta importancia en condiciones locales o regionales.

El carbono, el hidrógeno y el oxígeno las plantas lo extraen del aire atmosférico y del agua; y llegan a representar el 90 al 95% del peso seco de la planta.

2- Micronutrientes (elementos trazas u oligoelementos): hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno y cloro.

3- Otros considerados no esenciales que aparecen con cierta frecuencia y que se ha comprobado que resultan útiles, son: cobalto, sodio, silicio, etc.

El suelo debe proporcionar estos nutrientes a las plantas de una forma adecuada y en una proporción que le permita utilizarlos. Las plantas toman los nutrientes principalmente en forma de iones cargados eléctricamente (NO_3^- , H_2PO_4^- , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}). El suelo retiene los iones positivos (cationes) en espacios cargados negativamente, denominados coloides (Lampkin, 1998).

2.13.1. El nitrógeno en la plantas

El nitrógeno representa del 1 al 4% del peso seco de la planta, es constituyente básico de importantes moléculas orgánicas claves para el crecimiento y el desarrollo de los vegetales, tales como: proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos, etc. El nitrógeno juega un papel clave en la etapa de crecimiento vegetativo, floración y formación de frutos, semillas y favorece el macollamiento; durante la fase vegetativa, la actividad central consiste en la formación de nuevos tejidos. Un exceso de nitrógeno exagera el desarrollo vegetativo (hojas y caña) y causa retraso en la maduración (Vieira et al., 1999).

2.13.2. El fósforo en la plantas

El fósforo que contienen las plantas representa un décimo aproximadamente de su contenido de nitrógeno; el fósforo es un nutriente esencial para el ciclo de producción de energía dentro de la planta (ATP, ADP y ATPasa), el ácido fosfoglicérico es uno de los primeros compuestos de la fotosíntesis y a partir de aquí se generan los azúcares, proteínas, vitaminas, lípidos, carbohidratos, hormonas que integran la célula y también es importante por que estimula el crecimiento radicular (Kass, 1996).

2.13.3. El potasio en la plantas

El contenido de potasio en las plantas varía de 0.5 a 2.5% de su peso seco; este elemento es muy esencial en muchas de las reacciones y procesos del metabolismo vegetal. Está involucrado en la fotosíntesis, la respiración y el aprovechamiento del agua por las plantas; siempre como un ion activador de estos procesos, su presencia está ligada a la resistencia de los tallos de las plantas, a la sequía y a ciertas enfermedades, estimula el macollamiento, el cuajado de los granos y el almacenamiento de azúcares y almidones (Domínguez, 1997).

2.14. Aplicación de fertilizantes minerales y orgánicos

2.14.1. Fertilizantes minerales

Se consideran fertilizantes todas aquellas sustancias naturales o sintéticas que se añaden al suelo o a la planta para poner a disposición de éstas sustancias nutritivas necesarias para su desarrollo (Vieira et al., 1999). Según Arzola et al. (1986), la utilización racional de los fertilizantes, consiste en emplear cantidades adecuadas de éstos, ya que en cantidades bajas los rendimientos decrecen y un exceso representa gastos adicionales e incluso peores rendimientos y calidad de la cosecha. En la práctica, los elementos nutritivos reciclables a través de los residuos vegetales y animales pocas veces bastan para compensar lo que se elimina con la cosecha. En consecuencia los fertilizantes minerales desempeñan una función fundamental en el mantenimiento o mejoramiento de la fertilidad del suelo en zonas donde se requiere un aumento de la producción.

2.14.2. Fertilizantes orgánicos

Por el contrario, los abonos orgánicos aportan diferentes cantidades de N, P, así como pequeñas cantidades de K y elementos menores en una proporción menor que la aportada por los fertilizantes minerales. Los fertilizantes químicos que se conocen ahora son 20 ó 100 veces más concentrados en los elementos N, P y K que los abonos orgánicos; los nutrientes contenidos en los abonos orgánicos no se liberan de una vez, a veces hay inmovilización de nutrientes, por esta razón se dice que un sistema en equilibrio a partir del tercer año los nutrientes aportados por la materia orgánica estarán disponibles para la planta, este material puede ser usado para incrementar la cantidad de materia orgánica en el suelo y por ende, aumentar la capacidad de retención de agua, incrementar la capacidad de intercambio catiónico (CIC); deben verse no solo como portadores de nutrientes, sino como mejoradores de las propiedades físicas del suelo (Vieira et al., 1999).

Por tanto, todos los materiales orgánicos siguen siendo una fuente de vida nueva para los suelos, una fuente de energía y renovación (FAO, 1983). Entre los principales abonos orgánicos se encuentran:

- Estiércol.
- Gallinaza.
- Compost.
- Paja.
- Desechos urbanos como basura, aguas residuales, etc.

◆ Estiércol

Es fuente importante de materia orgánica y quizás sea el subproducto agrícola más importante. La influencia que ejerce como mejorador y fertilizante, cada día es más apreciada por los agricultores (Flores, 1983). Tiene aproximadamente menos de 2.5% en macronutrientes.

◆ Gallinaza

Se habla de tres materiales diferentes:

- a) La gallinaza o excretas puras de gallinas mantenidas en jaulas.
- b) La gallinaza producto de la mezcla de excreta de gallinas ponedoras con los materiales utilizados como cama en los gallineros.
- c) La pollinaza es la mezcla de la excreta de pollos de engorde con los materiales utilizados en los gallineros. Las concentraciones de nutrientes en estos productos dependen del tipo de cama que se utiliza (materiales). Varía de 2.5 a 3.0% para el nitrógeno (N), menos del 1% para fósforo (P) y de 1.0 a 3.0% para el potasio (K) (Vieira et al., 1999).

◆ Residuos de cultivos

Pueden ser utilizados como fuentes de nutrientes. La cantidad de nutrientes varía en cada material, pudiendo llegar a un 3% de nitrógeno (N) en los residuos de leguminosa. La granza de arroz es pobre en nitrógeno (N), el fósforo (P) se sitúa normalmente alrededor de 0.5% y el potasio (K) entre 0.5 y 2.5%. (Vieira et al., 1999).

◆ Compost

Es un producto obtenido por fermentación controlada de residuos orgánicos mezclados (estiércol, rastrojos, suelo, etc.). Estos materiales pueden ser enriquecidos con fuentes minerales de nutrientes (ceniza, cal, roca fosfórica, urea) para acelerar la descomposición y aumentar las concentraciones de nutrientes en el producto final descompuesto (Vieira et al., 1999).

2.15. Factores económicos e institucionales que influyen en el empleo de fertilizantes

Los sistemas de producción en laderas involucran una serie de limitantes, las que rara vez permiten la expresión del potencial de producción de los cultivos. Estas limitantes pueden superarse con la organización de los productores, para la compra de insumos, ya que la compra en mayores cantidades, reduce los costos de transporte, los costos por unidad y los costos de producción, lo que significa un gran beneficio para la economía del agricultor y de la unidad de producción, los factores que más influyen sobre el uso de fertilizantes son:

- 1) La relación precio entre fertilizante/cultivos a los cuales se aplican, junto con la perspectiva de mercado de esos cultivos (rentabilidad) determina en gran medida, el incentivo para el empleo de fertilizantes.
- 2) El nivel de ingreso del agricultor, la disponibilidad y costo del crédito, determinan si el agricultor puede afrontar el desembolso inicial en fertilizantes.
- 3) La tenencia de la tierra, puede reducir enormemente el incentivo para que los agricultores usen fertilizantes.
- 4) Los suministros y servicios de distribución adecuados que garanticen que esté disponible para los agricultores el tipo correcto de fertilizante en el momento y lugar adecuados. Se debe tomar en cuenta que el uso de otros insumos agrícolas, influye en el rendimiento de los cultivos. La eficiencia de un sistema de producción depende de la absorción del cultivo versus el suministro total de nutrientes.

2.16. Restitución de nutrientes

Para mantener la fertilidad del suelo y lograr mejorar la calidad de los productos, es necesario recordar algunas de las leyes que rigen la fertilización. Estas leyes deben de considerarse al momento de planificar la utilización de prácticas tendientes a mejorar y mantener la fertilidad del suelo (Salmerón & García, 1994).

2.16.1. Ley de la restitución

Según Arzola et al. (1986), hay que conocer el tipo de nutriente y las cantidades que contiene el suelo, así como las cantidades extraídas del nutriente por los cultivos con el objeto de devolver esas mismas cantidades y un poco más. Es indispensable para mantener la fertilidad del suelo restituirle no sólo los elementos sustraídos por las cosechas, los arrastrados por el viento y los lixiviados por la lluvia y el riego, sino también los que desaparecen como consecuencia de las aplicaciones excesivas de otros (Salmerón & García, 1994).

2.16.2. Ley del equilibrio entre los nutrientes

Todo desequilibrio de los elementos minerales asimilables que existen o aparecen en el suelo ya sea a causa de su origen o como consecuencia de las exportaciones por las cosechas o como respuesta a nuestro aporte de abono o por otra causa cualquiera, debe ser corregido con los aportes necesarios de elementos fertilizantes de manera que se establezca el equilibrio óptimo de los elementos del suelo (Salmerón & García, 1994).

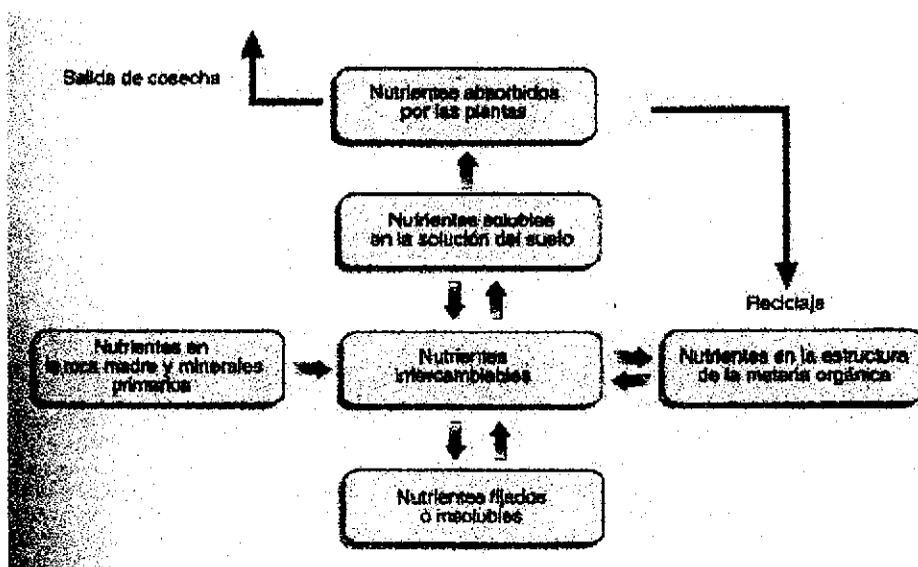


Figura 1, Esquema simplificado de las formas y equilibrios de los nutrientes en el sistema suelo – planta (Vieira et al., 1999).

2.17. Manejo de la parcela

El manejo es un factor que la fuerza del hombre puede modificar y que de acuerdo con estas modificaciones le puede crear mejores condiciones de desarrollo al cultivo, tales como preparación del terreno, control de plagas, enfermedades y malezas, labores de cultivo, épocas, tiempo, forma y fraccionamiento de las aplicaciones de fertilizantes (Altieri, 1983).

Las labores agrícolas más comunes practicadas por los agricultores ubicados en zonas de ladera son:

- Socola (roza).
- Quema (en algunos casos).
- Siembra al espeque.
- Limpia mecánica (aporque).
- Cosecha manual.
- Almacenamiento en troja o en silo.
- Ocasionalmente aplican productos químicos (fertilizantes, herbicidas e insecticidas).

2.17.1. Labranza cero

En este sistema de labranza, no existe una roturación completa del prisma de la superficie del suelo, sólo se perturba una estrecha franja donde se deposita la semilla, este tipo de labranza deja la cantidad máxima de residuos cubriendo el suelo (Altieri, 1983).

2.17.2. El barbecho

El período de barbecho lo definen como el descanso que existe entre un ciclo y otro. Durante este período se produce una recuperación de la fertilidad del suelo y una acumulación de nutrientes en la vegetación natural y en la capa superior del suelo, nutrientes que son utilizados luego por las plantas cultivadas durante el período de cultivo. Los agricultores aprovechan la acumulación nutricional de varios años de barbecho, concentrada en la biomasa y la materia orgánica (FAO, 1984).

2.17.3. Cultivos de cobertura

Es el cultivo de plantas herbáceas sembradas con el exclusivo fin de incorporarlas al suelo (Flores, 1983). Se utilizan para prevenir la erosión y restaurar los nutrientes extraídos por los cultivos. Preferiblemente se utilizan plantas leguminosas que fijan nitrógeno (N) en el suelo y que desarrollan abundante follaje que sirve como material orgánico cuando este se descompone (Maldidier & Antillón, 1996).

Según Moreno (1996), la importancia de los cultivos de cobertura radica en que:

- Estimulan de forma inmediata la actividad biológica y mejoran la estructura del suelo.
- Protegen al suelo de la erosión y de la desecación durante el desarrollo vegetativo.
- Aseguran la renovación del humus estable, acelerando su mineralización mediante el aporte de un humus más joven y más activo.
- Limitan el desarrollo de las malas hierbas.

2.17.4. Rotación de cultivos

Consiste en el establecimiento de una secuencia definida de cultivo, que se repite ciclo tras ciclo sobre una misma parcela (Urbano & Moro, 1992). Sus objetivos principales son de explotar racionalmente el recurso suelo sin deteriorarlo, asegurar una diversificación de la producción en la finca y mejorar la cobertura del suelo con la integración de cultivos densos. La duración de la rotación es variable, existen rotaciones cortas de un año y largas de ocho a diez años; el establecimiento de esta práctica depende de la preferencia del agricultor, de las ventajas económicas que traigan al productor y del ambiente físico.

◆ Ventajas de la rotación de cultivo

1. Se aprovecha mejor todos los perfiles del suelo, al establecer cultivos con sistemas radicales que alcanzan diferentes profundidades.
2. Se aprovechan mejor todos los minerales del suelo.
3. Evita la propagación de plagas y enfermedades.
4. Ganancia de nitrógeno o de otros elementos al establecer leguminosas.

Los pequeños agricultores mantienen ciclos cerrados de nutrientes, energía, agua y desechos, así muchos agricultores enriquecen sus suelos con la recolección de nutrientes (tales como material orgánico y humus de los bosques) que provienen fuera de sus campos, adoptando sistemas de barbecho o de rotación o incluyendo leguminosas en sus patrones de cultivos intercalados.

2.18. Flujo de nutrientes

Un ecosistema agrícola difiere de un sistema natural, porque los elementos nutritivos extraídos por las plantas constantemente se están eliminando y exportando. Los elementos nutritivos que están en los residuos de las cosechas, el estiércol, los desechos del bosque, el abono verde y los desechos domésticos componen un "capital de explotación" que los agricultores pueden trasladar y asignar a algún cultivo específico durante una rotación de cultivos y a una parcela en particular.

Para crear un sistema agrícola perdurable es fundamental que la nutrición de los cultivos y del ganado se satisfaga dentro del propio sistema, es decir, que este sea cerrado. Esto supone evitar la importación de nutrientes y su pérdida hacia el exterior del sistema. Los nutrientes salen de la finca y se venden constantemente en forma de producto. La disponibilidad de los nutrientes está determinada por la proporción en que los nutrientes circulan dentro del sistema y la cantidad de insumos que este recibe (Lampkin, 1998).

2.18.1. Balance aparente de nutrientes

La fertilidad es la forma indirecta de medir la capacidad de producción del suelo y su conservación se ha basado en el balance de nutrientes, que incluye la cantidad presente en el suelo, la cantidad que extraen los cultivos para una producción esperada, la eficiencia de absorción de los nutrientes por las plantas y las cantidades aplicadas de fertilizantes.

Para Wild (1992), la diferencia entre la absorción y exportación de nutrientes por las cosechas, es importante cuando se trata de evaluar las exigencias nutritivas o establecer los balances de elementos nutritivos del suelo. Aunque para poder establecer un verdadero balance es necesario conocer otras salidas, como son el lavado por las aguas de drenaje o las pérdidas en forma gaseosa, y conocer las entradas procedentes de la atmósfera, pues estos requieren una gran precisión para ser medidos. Por esta razón se define como **balance aparente de nutrientes**, por que no se utilizan medios especiales para medir todos los flujos de materia existentes en el sistema.

Un requerimiento mínimo para que el suelo en uso sea sostenible es que la fertilidad del mismo no disminuya. Esto implica que las salidas de los nutrientes (exportación de biomasa y cosecha del producto) no deben ser mayores que las entradas (aportes de fertilizantes minerales y orgánicos) (Jansen, 1991; citado por Bejarano & Maldonado, 1999).

Según Vieira et al. (1999), en un área geográfica determinada, el movimiento de los nutrientes dentro de un sistema que involucra los componentes suelo - plantas - animales, se clasifica en:

- **Entradas:** Son un aporte al sistema, es decir, una adición, sumatoria o contribución de nutrientes desde afuera hacia dentro del sistema.
- **Reciclaje dentro del sistema:** Consiste en el retorno de los nutrientes que de alguna manera salieron del sistema o se movieron dentro de él, al sitio del cual fueron retirados. El reciclaje se da a través del aprovechamiento de los residuos de las cosechas, los cuales contienen parte de los nutrientes retirados del suelo.
- **Salidas:** Son las retiradas de nutrientes de un determinado sistema, a través de la extracción por las plantas y posterior consumo o venta de los productos, como a través de las pérdidas de nutrientes por erosión, lixiviación y volatilización (Figura 1.).

Sin embargo, como nos muestra la Tabla 1, las entradas y salidas consideradas varían según el nivel y profundidad de la investigación que se realice, además, de la disponibilidad de aparatos de medición.

Tabla 1, Las entradas y salidas consideradas por Stoorvogel & Smalling (1990).

	Salidas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos de cultivos. • Lixiviación. • Pérdidas por gases. • Erosión. • Productos cosechados.

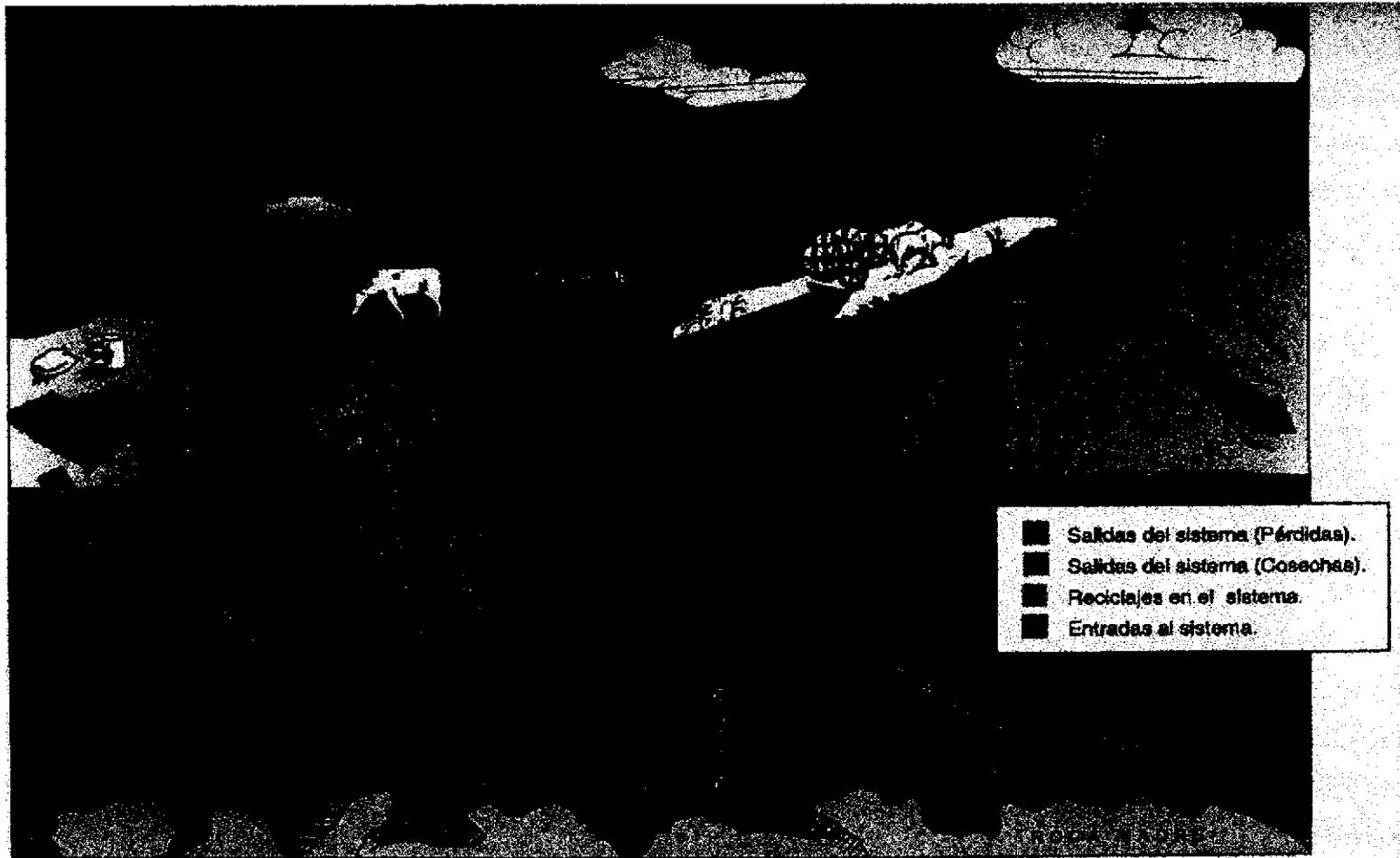


Figura 2, Esquema cualitativo simplificado del ciclo de nutrientes en un sistema de producción que involucra granos básicos y ganadería (Vieira et al., 1999).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del área de estudio

3.1.1. - Ubicación geográfica

Geográficamente, Tisma se encuentra ubicada entre las coordenadas 12°09'07" y 11°53'47" latitud norte y 85°58'41" y 86°12'39" longitud oeste, es municipio de Masaya ubicada en la parte de las llanuras del pacífico del país.

3.1.2.- Aspectos fisiográficos

La elevación promedio es de 100 msnm; el clima que predomina es de bosque tropical seco y bosque subtropical húmedo, según la clasificación por zonas de vida de Holdrige.

3.1.3.- Clima

El período lluvioso abarca los meses de mayo a octubre y el periodo seco bien definido de noviembre a abril; estadísticamente se ha llegado a determinar que existe un 25% de probabilidades de sequía, situación que hace riesgosa la agricultura. La precipitación varía desde 1500-1000 mm anuales. La Tabla 2, muestra las precipitaciones registradas durante los años en estudio.

Tabla 2. Precipitaciones (en mm) registradas durante los años de estudio
Tisma, 2000- 2001.

Año	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2000	0.0	0.0	0.0	9.5	67.8	99.2	100.5	63	213	176	4.7	0.4
2001	1.8	2.4	0.0	0.0	159.3	71.6	99.1	193.9	225.8	97.8	12.6	0

Fuente: INETER.

La humedad relativa promedio anual es de 74%; la temperatura varía de 26.9°C a 27.8°C, registrándose la máxima en abril y la mínima en diciembre.

Los vientos predominantes de la zona son los Alisios del nor-oeste manteniendo dirección constante todo el año.

3.1.4.- Suelo

◆ Serie Tisma (TI)

Son permeables y pobremente drenados, se han desarrollado bajo una tabla de agua fluctuante, que es alta durante la estación lluviosa y la primera parte de la estación seca se derivan de depósitos lacustres y estos sobre toba calcárea, de textura gruesa débilmente cementada, se encuentran en las partes planas del sureste de Tisma.

Los suelos que predominan son suelos franco arenosos, aunque puede haber variaciones incluso dentro de una misma finca.

3.1.5. –Topografía

Por pertenecer a la Provincia de la Depresión de Nicaragua, sub provincia planicies de Tipitapa, comprende llanuras de bajo relieve, por lo que la pendiente de los suelos varía entre plana a ligeramente ondulada.

3.1.6- Características orográficas

Comprende llanuras de relieve bajo, el drenaje superficial escurre hacia el río Tipitapa, Laguna de TISMA y Río Malacatoya, para desembocar luego en el Lago de Nicaragua.

3.1.7.- Descripción socioeconómica

En los años '50 durante el auge del algodón la zona de Tisma era parte de las grandes extensiones dedicadas a este rubro ya que la mayor parte de esta área estaba en manos de latifundistas. Se despalaron entonces los bosques que existían y se convirtieron en grandes

llanuras, que fueron expuestas a la erosión de los suelos tanto hídrica como eólica. Por la existencia de las grandes zonas algodoneras es que se construyó en ese tiempo una pista de aterrizaje que en la actualidad no funciona.

En la década de los '80 por efectos de la Reforma Agraria se confiscaron estas tierras y se asignaron a cooperativas de productores agrícolas a las cuales se les facilitaron sistemas de riego, estos se dedicaron al cultivo de sorgo, granos básicos como maíz (secano), maíz (riego), frijol (secano), frijol (riego), algodón, quequisque, maní, arroz, ajonjolí, yuca. La ganadería no fue en este tiempo un rubro principal sin embargo se trabajó con ella en menor escala.

En los años '90, la mayor parte de las cooperativas se disgregaron y se dividieron las tierras en parcelas de las cuales pasaron a ser dueños los antiguos miembros de las cooperativas.

Predomina en esta etapa la actividad agrícola, la mayoría de los pobladores se dedican a la producción de granos básicos, frutas, hortalizas, yucas y tomates que son comercializados en Masaya y Managua. La actividad pecuaria representa un segundo orden dentro de la economía del municipio, seguido del sector pesca artesanal, comercio y pequeña industria.

La mayor parte de la población se encuentra concentrada en la zona central y sur donde se presentan los mayores datos de densidad poblacional, en las comunidades de El Palenque, La Montañita N° 1 y N° 2. Es necesario hacer notar que estas zonas son las que presentan menores superficies en área.

En la zona Norte, Santa Cruz, San Ramón, San Jerónimo, la densidad poblacional es más baja, sin embargo, son las comunidades que presentan mayor área agrícola.

La zona central presenta una densidad poblacional media, si lo comparamos con la zona norte y sur.

La mayor parte de la población de la zona de Tisma en general se considera rural, ya que la única zona urbana es Tisma central, y no es precisamente donde se concentra la mayor parte de la población.

3.2. Proceso metodológico

El presente trabajo tuvo como objetivo realizar un balance aparente de nutrientes a nivel de parcela finca. El método de balance aparente, prevé una serie de fases y mediciones que se hacen sobre los cultivos para así obtener la información pertinente de cada una de las actividades (rotaciones) que se realizan en cada una de las parcelas y a nivel de la finca.

Las fincas se seleccionaron bajo los siguientes criterios:

- ✓ Que fueran representativas en manejo y cultivos al resto de fincas predominantes en la zona de estudio.
- ✓ Distintos niveles de uso de insumos.
- ✓ Anuencia de los productores a facilitar y recolectar información para el estudio..

Para la recolección de información se hicieron visitas a cada una de las fincas donde se levantó información en el sitio mediante encuestas (ver anexo I.) acerca de:

- Manejo de los cultivos y de las rotaciones de cada parcela.
- Rendimiento de los cultivos.
- Biomasa producida por el cultivo.
- Salida de nutrientes por biomasa.
- Entradas de nutrientes por biomasa.
- Entradas por fertilización.
- Consumo de rastrojos por la presencia de ganado mayor y menor.

Este trabajo se inició con la recolección de muestras de suelo en cada una de las parcelas (entiéndase por parcela, la forma en que cada productor tiene dividida su finca, y no como

una parcela experimental). Luego enviadas al laboratorio para su respectivo análisis (pH, % de M.O, N, P, K, Ca, Mg y textura), las metodologías utilizadas por el laboratorio se muestra en la Tabla 3. Estas muestras se tomaron a 25 cm de profundidad utilizando un barreno, balde, bolsas plásticas, etiquetas. Ver resultados de análisis de suelo para cada finca en Anexo 2.

Tabla 3. Metodologías utilizadas para los análisis de suelo.

Tipo de Análisis	Metodología Utilizada	Año	Autor
Reacción del suelo (pH).	pH en agua, método potenciométrico (relación 1:2.5).		
Materia Orgánica (M. O).	Combustión húmeda	1947	Walkey y Black.
Nitrógeno	Estimado a partir de la (MO)		
Fósforo	Olsen modificado	1978	Díaz - Romeu y Hunter
Potasio	Olsen modificado	1978	Díaz - Romeu y Hunter
Calcio (Ca)	Acetato de Amonio 1N pH 7	1970	L. Jackson
Magnesio (Mg)	Acetato de Amonio 1N pH 7	1970	L. Jackson
Textura	Hidrómetro de bouyoucos	1960	Bouyoucos

Posteriormente se procedió a levantar muestras de plantas tomando en cuenta todos los cultivos establecidos en cada una de las fincas, cuando estos estaban en su etapa de madurez, las mediciones se hicieron en marcos de 1 m² ubicados al azar en cada una de las parcela. Se procedió a contar el número de plantas por m², se separó cada una de sus partes (raíz, tallos, hojas y frutos). Posteriormente estas muestras se secaron a 75 °C, se molieron para ser sometidas a los análisis de concentración de N, P, K. Para la realización de esta fase se utilizaron: Marco de madera de 1 m², bolsas de papel, etiquetas, machete, molino, homo. Ver resultados de análisis de plantas en Anexo 3.

Se considera como biomasa exportada todo lo que sale fuera de las parcelas cultivadas (raíz, tallos, hojas y frutos), y que son depositadas fuera de estas, quemadas o incorporadas a otras parcela o consumidos por los animales durante el pastoreo, para lo cual se debe verificar el destino que el productor le da a los residuos del cultivo (entradas para la parcela destino), y así hacer los cálculos respectivos de exportación de nutrientes. También se debe

evaluar la biomasa incorporada para lo cual hay que medir la cantidad de nutrientes que son incorporados (por la biomasa) a una determinada parcela proveniente de otra.

Los datos de entradas y salidas de los sistemas se procesaron para realizar el balance general para cada finca. Para determinar los balances generales por ubicación de fincas, estas se agruparon en comunidades tales como: La Montañita, San Ramón y Tisma. (Anexo 22)

3.2.1 Modelo general del balance aparente de nutrientes

Se deberá hacer de acuerdo a las condiciones agroecológicas y socioeconómicas del sitio específico para obtener el resultado del estado nutritivo del suelo para los cultivos.

En las fincas en estudio el modelo a utilizar analiza los flujos de entrada y salida de nutrientes de las parcelas a partir de la información obtenida de los análisis de laboratorio de muestras de suelo y de plantas ya que no contamos con estudios de pérdidas de nutrientes por erosión, ni aparatos especializados para medir pérdidas de nutrientes por lixiviación, volatilización y/o desnitrificación. Por consiguiente este estudio se limitó a analizar, procesar y emitir los resultados a partir de los datos con los que se cuenta (Análisis de suelo y de partes vegetales), haciendo una modificación al modelo propuesto por Stoorvogel & Smallin (1990). La Tabla 4, presenta el modelo a utilizar y los parámetros a medir.

Tabla 4. Entradas y salidas que se tomaron en cuenta para obtener el balance aparente de nutrientes.

APORTES O ENTRADAS DE NUTRIENTES (E)	EXPORTACION O SALIDAS DE NUTRIENTES (S)
◆ Aporte de fertilizantes minerales (kg/ha)	◆ Cosecha del producto (kg/ha)
◆ Aporte de material orgánico (kg/ha)	◆ Residuos de cosecha (kg/ha)
	◆ Pérdidas por consumo de animales (kg/ha)
<u>BALANCE</u> = <u>ENTRADAS</u> (E) - <u>SALIDAS</u> (S)	

◆ Entradas o aporte de nutrientes (E)

Como se muestra en la Tabla 4, las entradas a considerar están referidas a la incorporación de fertilizantes minerales y orgánicos al suelo. Las cantidades de nutrientes incorporadas al sistema son calculadas a partir de los contenidos de estos en las diferentes formas de presentación del producto, el valor obtenido se presentará en kg / ha de N, P, K.

Si el productor aplica 1 qq / mz de 12-30-10, estaría aplicando:

7.75 kg/ ha de N.

19.36 kg/ ha de P_2O_5 .

6.5 kg/ ha de K_2O .

Si aplica 1 qq / mz de 18-46-0, estaría aplicando:

11.62 kg/ ha de N.

29.69 kg/ ha de P_2O_5 .

0.0 kg/ ha de K_2O .

Es importante mencionar que estos productores no aplican abonos verdes, no construyen aboneras, pero si existen aportes por excretas de animales que pastorean en las áreas de siembra, por lo tanto, se cuantificaron entradas y salidas de este tipo.

◆ Salidas o exportación de nutrientes (S)

Con la salida del producto y de los residuos de cosecha, se exportan los nutrientes que la planta utilizó en su formación; el manejo que los productores le dan a la biomasa es incierto, en algunos casos los rastrojos pueden ser extraídos de la parcela, quemados, incorporados a otras parcelas o consumidos por animales, perdiéndose de esta manera materia orgánica y los nutrientes que contiene, que se podrían incorporar al suelo para incrementar el contenido de nutrientes, el método propone obtener el contenido de nutrientes N, P y K, sacados de las parcelas a través del análisis de laboratorio que se le hizo a cada una de las muestras de los cultivos.

Ejemplo, si el productor saca el olote, este se lleva consigo la siguiente cantidad de nutrientes:

$$\text{Densidad de siembra} = 147546 \text{ plantas / mz} = 21 \text{ plantas / m}^2.$$

$$\text{Peso promedio del olote} = 2.54 \text{ gramos.}$$

$$\text{Concentración en el olote} = 0.29 \% \text{ de N, } 0.06\% \text{ de P, } 0.65 \% \text{ de K.}$$

$$\text{Rendimiento} = \text{Densidad de siembra del cultivo} \times \text{Peso promedio del olote}$$

$$\text{Rendimiento olote} = 147546 \text{ ptas./mz} \times 2.54 \text{ g} = 374766.84 \text{ g / mz} = 374.76 \text{ kg/ mz}$$

La salida de nutrientes por el olote será igual a:

$$S = \text{Rendimiento (kg/ mz)} \times \text{Concentración en el olote (\% de N, P, K)} / 100$$

Entonces si el productor no incorpora el olote a la parcela donde fue cultivado está perdiendo:

$$1.08 \text{ kg/ mz de N.}$$

$$0.22 \text{ kg/ mz de P.}$$

$$2.43 \text{ kg/ mz de K.}$$

Si el productor quema los rastrojos producidos por el cultivo solamente se estiman las pérdidas de N por volatilización; ya que el P y el K no son volátiles y quedan en las cenizas. Ejemplo: La salida de N por quema de rastrojos de sorgo se estima de la siguiente manera:

$$\text{Densidad de siembra} = 147546 \text{ plantas / mz} = 21 \text{ plantas / m}^2.$$

$$\text{Peso seco de la biomasa producida (raíz, hojas, tallo)/ planta} = 21.3 \text{ gramos.}$$

$$\text{Concentración de N en la biomasa} = 4.03 \%.$$

$$\text{Rendimiento} = \text{Densidad de siembra} \times \text{Peso seco de la biomasa producida / planta}$$

$$\text{Rendimiento} = 147546 \text{ plantas /mz} \times 21.3 \text{ g /planta} = 3142.8 \text{ kg/ mz.}$$

$$S = \text{Rendimiento (kg/ mz)} \times \text{Concentración de N en la biomasa (\%)} / 100$$

$$S = 3142.8 \text{ kg/ mz} \times 4.03 \% / 100 = 126.65 \text{ kg/ mz de N.}$$

Para la conversión de los productos por manzana a hectárea, se multiplica por 1.42.

La información se ordenó de manera que esta sea de fácil manejo y que permita ver de forma clara los balances aparentes de nutrientes de cada parcela y por finca, durante los dos años que duró el estudio. Los resultados se presentan en forma de cuadros donde se reflejan las entradas, salidas y el balance aparente de nutrientes, ya sea de producto cosechado o como biomasa producida, esto debido a que el manejo de los rastrojos no es similar para los productores ni para las parcelas.

Los supuestos de este trabajo son:

1. La producción agrícola se incrementa a través de las mejoras en los sistemas de explotación y manejo de las parcelas.
2. El manejo y las prácticas que el productor realiza en sus parcelas son determinantes en el estado de la fertilidad del suelo.
3. Con un buen manejo de la biomasa producida por los cultivos se obtendrán mejores balances de N, P y K.
4. El conocimiento que se pueda tener de los balances minerales de las parcelas, permite un mejor manejo (del capital fertilidad de las parcelas).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características del manejo de las parcelas.

La mayoría de los sistemas (fincas) en estudio son áreas que oscilan entre 0.5 y 5 manzanas. Para facilitar el manejo de la información además de analizarlas individualmente, se agruparon en comunidades según su ubicación. Todas las fincas tienen en común el establecimiento de granos básicos y hortalizas, a excepción de las agrupadas en Tisma, que incluyen cultivos de mayor demanda en el mercado como tomate, chiltoma, sandía y melón. Estas últimas unidades de producción utilizan mayor cantidad de fertilizantes para estos cultivos (de mayor demanda), sin que todavía satisfagan los requerimientos de los cultivos.

La Tabla 5, presenta un resumen de las características de las fincas en estudio, relacionado a los rendimientos máximos y mínimos por cultivo y el uso de fertilizante máximo y mínimo también por cultivos.

Tabla 5. Rendimientos y cantidad de fertilizante máximo y mínimo por cultivo en las fincas de Tisma.

Cultivo	Rendimientos en Kg / ha			Fertilización en Kg / ha Completo			Fertilización en Kg / ha Urea 46 % N		
	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio
Sorgo	3873	2582	3227,5	2	0	1	4	0	2
Maíz	3873	258	2065,5	2	1	1,5	2	1	1,5
Yuca	11618	1917	6767,5	0	0	0	0	0	0
Tomate	25818	325	13071,5	6	0,5	3,25	11	0,5	5,75
Chiltoma	15080	1130	8105	6	2	4	6	2	4
Sandía	4028	3408	3718	6	3	4,5	6	3	4,5
Melón	28400	2168	15284	11	6	8,5	6	1	3,5
Frijol	905	129	517	2	0,5	1,25	2	1	1,5
Plátano	9294	0	4647	1	0	0,5	1	0	0,5
Sorgo Escobero	1743	0	871,5	1	0	0,5	1	0	0,5
Maní	2065	194	1129,5	1	0	0,5	1	0	0,5
Ayote	2323	619	1471	3	0,5	1,75	3	0,5	1,75
Pipián	9294	1394	5344	3	1	2	10	1	5,5
Pepino	1239	—	619,5	2	0	1	1	0	0,5
Arroz	3227	—	1613,5	5	0	2,5	5	0	2,5

4.2. Balance aparente del nitrógeno (N)

El Nitrógeno es una de los elementos más determinantes en los rendimientos de los cultivos, esto está dado por su papel en la producción de materia vegetativa. Los suelos agrícolas generalmente están desprovistos de este elemento, máxime cuando las áreas cultivadas son sometidas a manejos intensos y de monocultivos, práctica que conduce al deterioro acelerado de la fuente más importante de N en el suelo, la materia orgánica. Por otra parte un suministro inadecuado e ineficiente de nutrientes a las plantas, crea un agotamiento de las reservas de nutrientes en la finca, lo que también constituye una pérdida económica para el agricultor.

De acuerdo a las gráficas 1, 2 y 3, los balances de nitrógeno realizados a las 18 fincas, muestran que solamente un 44 % de los productores tuvieron balances positivos, es decir que sus reservas de este elemento en el suelo aumentaron, no obstante, estos aumentos no son significativos (30 kg promedio) si consideramos los muchos procesos de pérdidas a que es sometido el nitrógeno.

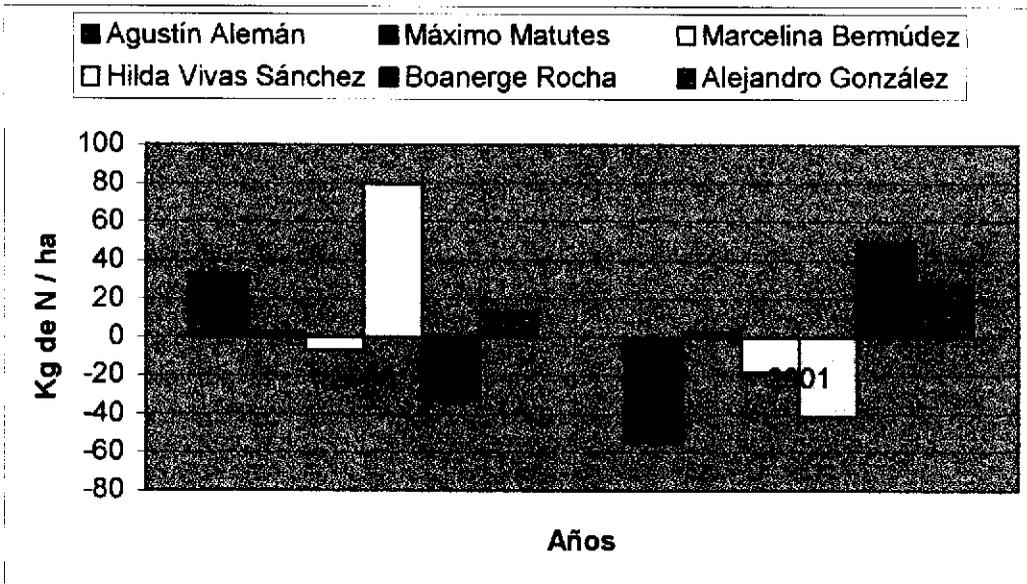


Gráfico 1. Resultados del balance de Nitrógeno de seis productores de Tisma. 2000 – 2001.

Si revisamos los déficit, notaremos que estos son hasta 6 veces mayores que el valor máximo positivo alcanzado por la productora Hilda Vivas. El 56 % de los sistemas evaluados (año 2000), terminan con déficit de N en sus suelos, es decir la extracción por parte de las cosechas, es mayor que lo que el productor aplica vía fertilizante.

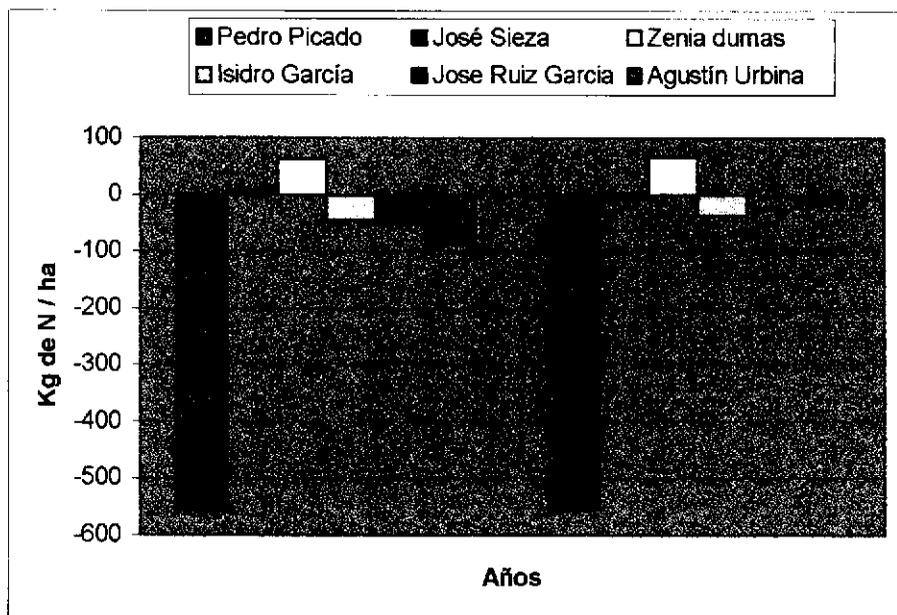


Gráfico 2. Resultados del balance de Nitrógeno de seis productores de Tisma. 2000 – 2001.

Para el ciclo 2001, el comportamiento del balance fue similar que el ciclo 2000, solo los productores Alejandro González (gráfico 1) y Zenia Dumas (gráfico 2) mantuvieron durante los dos ciclos balances positivos en el nitrógeno.

Los resultados negativos (mayores salidas que entradas) de los balances en el nitrógeno, se deben fundamentalmente primero, por que las cantidades de N que aplican los productores en sus cultivos, son menores que las que salen por exportación de cultivos, y segundo por que una buena parte de los productores tienen (aunque en pequeñas cantidades) ganado mayor y menor que consumen los restos de cosecha , principalmente de sorgo y maíz, lo que conduce a un aumento de las exportaciones de nutrientes de las parcelas.

Si tomamos en cuenta que los animales que pastorean en las parcelas depositan sus excretas en la misma, las entradas por esta vía son muy bajas en comparación con lo que exporta, ya que en el caso del nitrógeno por excretas solo se repone un 5 %, un 12 % para el caso del fósforo y un 9 % para el potasio.

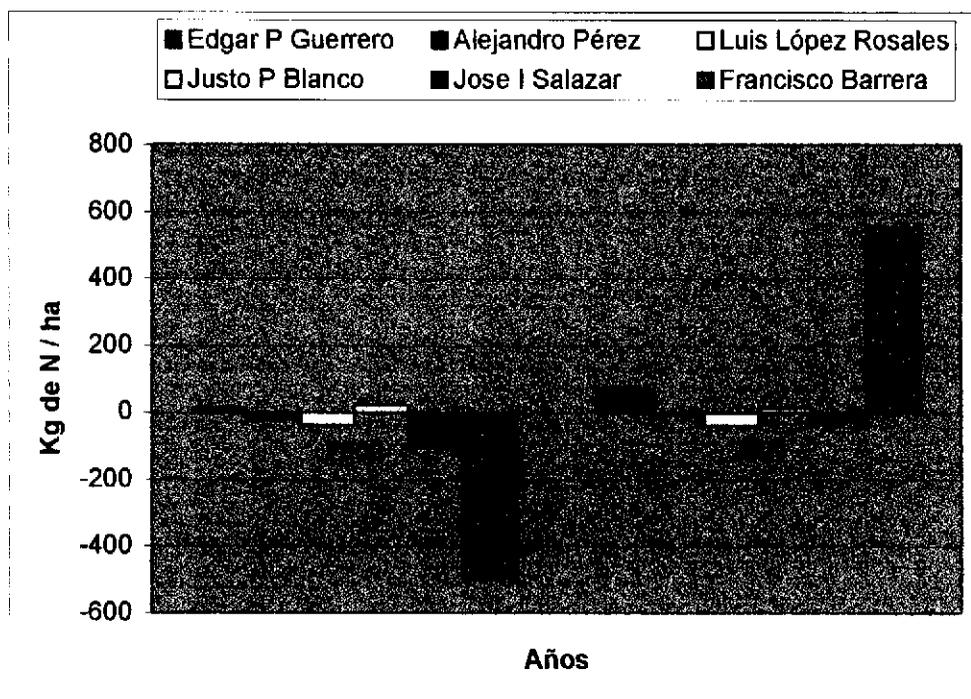


Gráfico 3. Resultados del Balance de Nitrógeno de seis productores de Tisma. 2000 – 2001.

La gráfica 4, presenta el balance general de nitrógeno por agrupaciones de fincas en comunidades. La gráfica muestra que la comunidad con más déficit de nitrógeno maneja su balance, son las ubicadas en Tisma. Esto se debe fundamentalmente por que los productores ubicados en esta comunidad tienen como cultivos principales maíz, sorgo, tomate, chiltoma, melón y sandía, los cuales se caracterizan por ser cultivos muy exigentes a nitrógeno y los ingresos vía fertilización no compensan esas exigencias. En cambio, las parcelas de San Ramón y la Montañita básicamente tienen como cultivos principales, además del maíz, pipián, yuca y frijol, los cuales son poco exigentes y las fertilizaciones en los mismos permiten, en el caso de San Ramón un déficit bajo -11.61 kg de N /ha y hasta balances positivos como la Montañita con + 18.67 kg de N / ha.

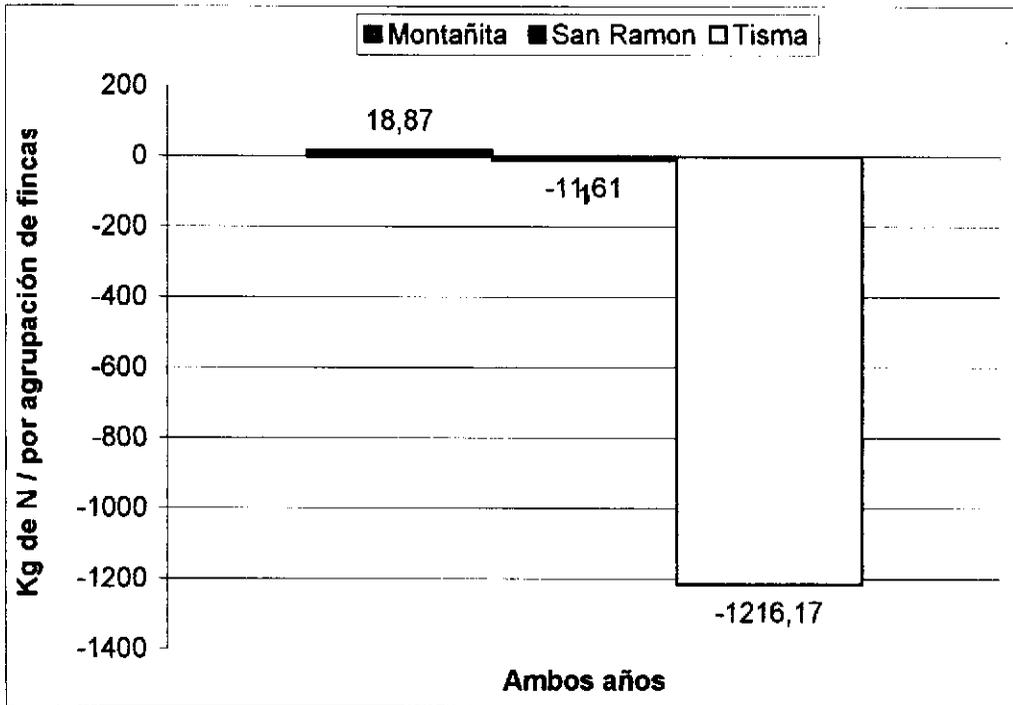


Gráfico 4. Resultados del balance de Nitrógeno por agrupación de fincas en Comunidades, Tisma. 2000 – 2001.

4.3. Balance aparente del Fósforo

El fósforo es el segundo elemento que más limita los rendimientos de los cultivos, no solo por que es afectado por el pH de los suelos, sino también por la eventual presencia de arcillas alófanas, las que provienen de la ceniza volcánica e incrementa grandemente los procesos de fijación de este elemento en el suelo y a la alta presencia de calcio en los suelos.

Según García (1994), estudiando la fijación de fósforo de 17 tipos de suelos provenientes de las principales 5 series del país, encontró que la fijación varió entre 53 y 83 % del fósforo que se aplica, y las fijaciones estuvieron asociadas al pH y los porcentajes de arcilla de los suelos.

Para el caso de las fincas en estudio, en la tabla 2(anexo), se podrá notar que el 61 % de los suelos son deficientes en fósforo, esta condición es aparentemente conocida por los productores de la zona, ya que la fuente fertilizante mayormente utilizadas por estos es la 18-46-0, la cual es rica en fósforo.

Si observamos las gráficas 5,6 y 7, se notará que de las 18 fincas (productores) en estudio, el 78 % para el ciclo 2000 y el 61 % para el ciclo 2001 presentan balances positivos para este elemento. Esto se debe fundamentalmente, como ya se señalaba, a que los productores utilizan una fuente de fertilizante con altos contenidos de fósforo.

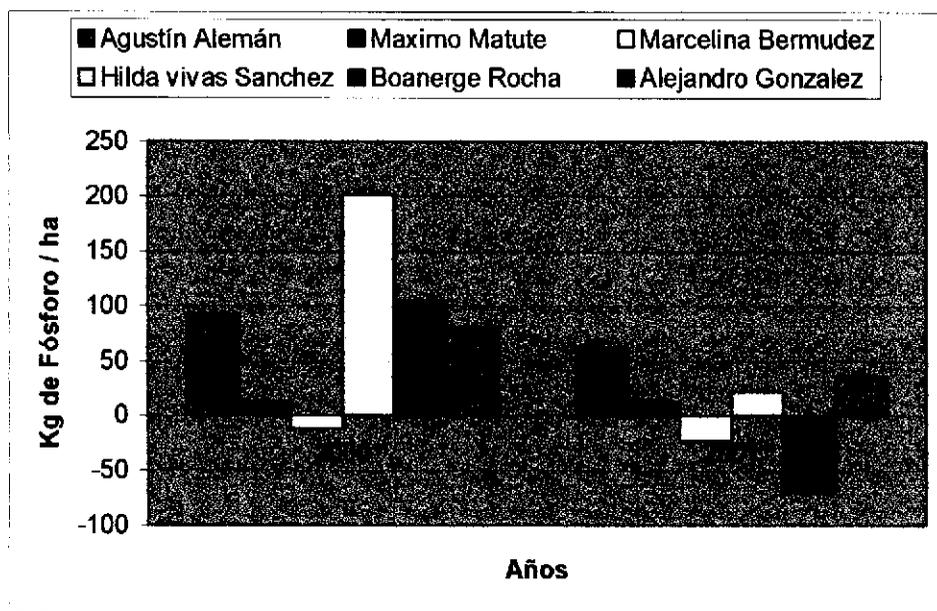


Gráfico 5. Resultados del balance de Fósforo de seis productores de Tisma. 2000 – 2001.

Resulta interesante señalar, que de los 5 productores que resultaron con balances negativos, tres pertenecen a la comunidad de San Ramón (Isidro, Agustín Urbina y José Sieza) y uno a la Montañita (Marcelina Bermúdez). En estas comunidades los cultivos básicamente son maíz y hortalizas a pequeña escala y áreas pequeñas, y se ubican dentro de las comunidades más pobres de Tisma, lo que pudiera estar influyendo en su capacidad de acceder a la compra de fertilizantes.

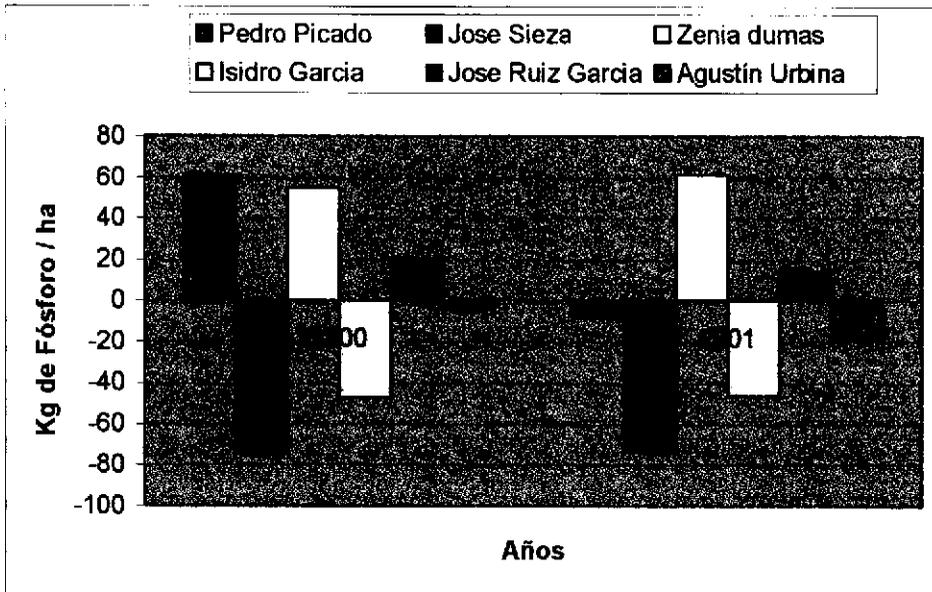


Gráfico 6. Resultados del balance de Fósforo de seis productores de Tisma. 2000 - 2001.

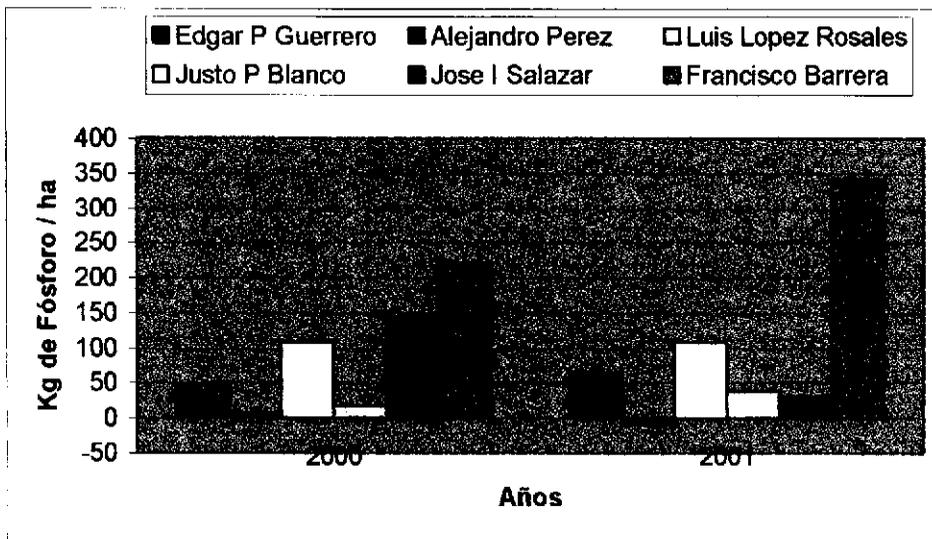


Gráfico 7. Resultados del balance de Fósforo de seis productores de Tisma. 2000 - 2001.

Al evaluar el balance del fósforo por agrupación de comunidades, notaremos, según el Gráfico 8, que de dos de las tres comunidades presentan balances positivos, siendo San Ramón la que presenta un valor negativo, pero muy pequeño. En cambio Tisma tiene un acumulado de más de 1300 kg de P, lo que representa aproximadamente 144.4 kg de P/ha.

Como ya se indicaba, los productores de esta zona aplican mayores cantidades de fertilizante y el acceso a los mismos aparentemente está vinculado al establecimiento de cultivos con mayor demanda por arte de estos productores.

A luz de estos resultados, podríamos inferir que las reservas de fósforo estén aumentando, y con ello la disponibilidad para los cultivos, sin embargo, se conoce también que el fósforo asimilable bajo la presencia de gran cantidad de calcio soluble tiende a formar fosfatos cálcicos de distintos grados de solubilidad y con ello se produce una disminución del fósforo asimilable. Este valor alto obtenido del balance no necesariamente debe interpretarse como aumento del P asimilable, pues el 78 de las fincas estudiadas que pertenecen a Tisma, tienen pH que oscilan entre 7 y 8 unidades de pH, y los valores de calcio intercambiable también son los más altos en comparación al resto de fincas, lo que refuerza lo antes expuesto. Es oportuno resaltar que este valor alto de fósforos obtenido en el balance, pudiera afectar (por el antagonismo del P con los micro elementos) también la disponibilidad de micro elementos, el que de por sí ya es crítico por las condiciones de pH de los suelos.

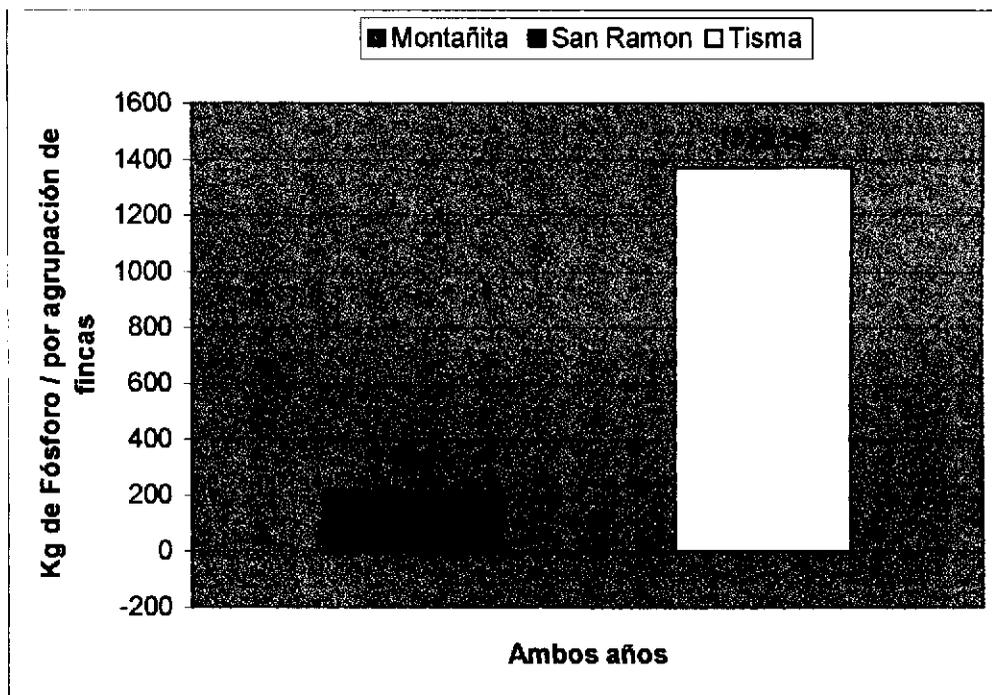


Gráfico 8. Resultados del balance de Fósforo por agrupación de fincas en Comunidades, Tisma. 2000 - 2001.

4.4.- Balance aparente del Potasio

Según MIDINRA (1983), de un total de 13 mil muestras analizadas provenientes de todos los departamentos del país, solamente un 8.9 % eran pobres en potasio y del restante 91.1 %, el 78.6 % correspondió a suelos con contenidos altos.

De acuerdo a este conocimiento, la gran mayoría de los productores nicaragüenses no ponen atención a este elemento, no obstante ya han sido reportados a nivel nacional deficiencias de potasio por antagonismo con otros elementos. Este problema aparentemente es enmascarado por el uso de fórmulas que contiene a este elemento y que son mayoritariamente utilizadas por la mayoría de los productores nicaragüenses, como lo son, la 12-30-10, 10-30-10, 15-15-15, etc.

Para el caso de las fincas en estudio, la situación es bastante particular, pues como ya hemos dicho, la principal fórmula fertilizante que utilizan los productores es la 18-46-0. Los gráficos 9,10 y 11 muestran claramente las consecuencias del uso de la fórmula antes mencionada, pues no existe una sola finca con un valor positivo de potasio en el balance, obviamente que los déficit mayores se presentan en las finca o productores que trabajan con cultivos más exigentes como el melón, la sandía, chiltoma, etc.

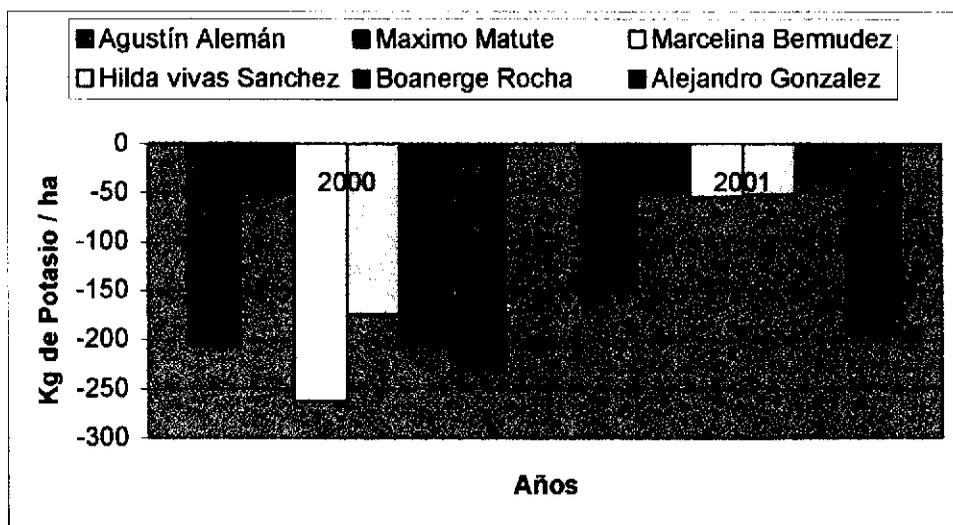


Gráfico 9. Resultados del Balance de Potasio de seis productores de Tisma. 2000 – 2001.

Aragón y Aráuz (2000), realizando balances aparentes de nutrientes en fincas de Matagalpa, encontraron una relación similar a la planteada en este estudio, entre el tipo de cultivo y el uso de fertilizantes, haciéndose uso de los mismos en los cultivos de más demanda en el mercado.

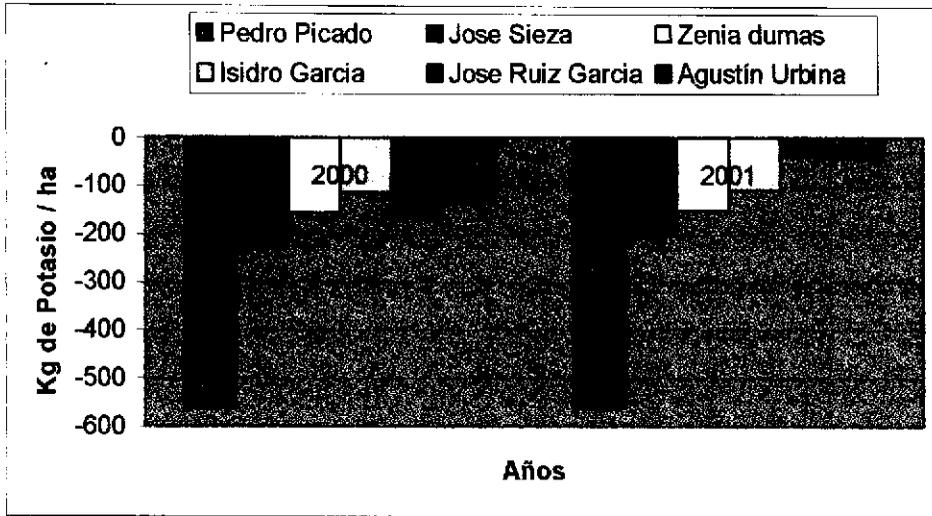


Gráfico 10. Resultados del balance de Potasio de seis productores de Tisma, 2000 – 2001.

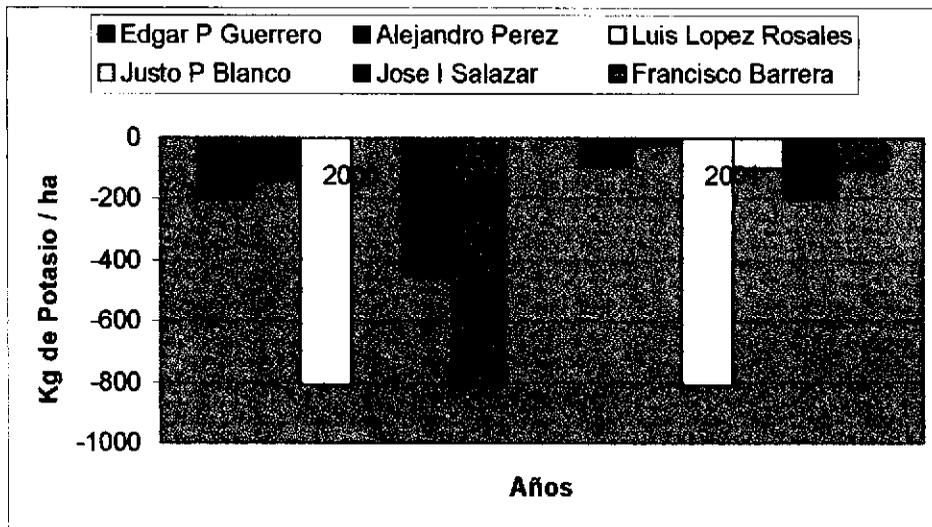


Gráfico 11. Resultados del balance de Potasio de seis productores de Tisma, 2000 – 2001.

Es importante señalar que los productores Pedro Picado, Luis López y Francisco Barrera son los que presentan los valores negativos más altos de Potasio, todos pertenecientes a la comunidad de Tisma.

El gráfico 12, muestra el balance del potasio por agrupación en comunidades y las tendencias de que la grandeza del valor en el balance ha estado asociada a los tipos de cultivos y la posibilidad de uso de fertilizantes en las comunidades y al tipo de fertilizante mayormente utilizado. Nótese que el caso del potasio es totalmente opuesto al del fósforo, para este último la mayoría de las fincas presentaban balances positivos, pero para el potasio no existe una sola finca con balance positivo, nótese también que los valores numéricos más bajos corresponden a la comunidad Montañita y Tisma con el valor más alto, -5,597 kg acumulado por las nueve fincas y dos años, lo que representaría aproximadamente unos 311 kg / ha / año que no están siendo restituidos al sistema.

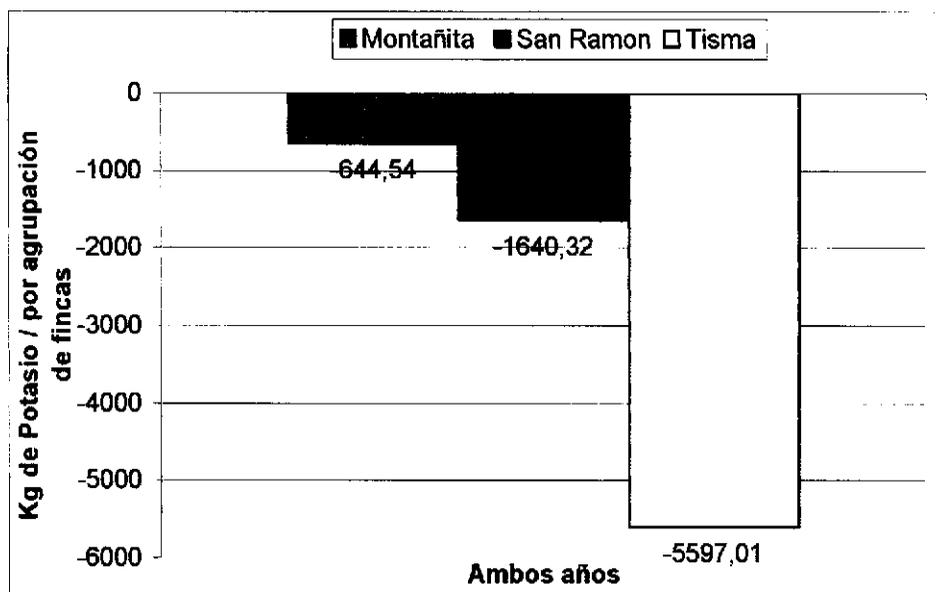


Gráfico 12. Resultados del balance de Potasio por agrupación de fincas en Comunidades, Tisma. 2000 – 2001.

Haciendo una valoración general y a la luz de los resultados del balance de potasio, se puede plantear que a mediano o corto plazo las deficiencias de este elemento pudieran convertirse en una limitante fuerte en el rendimiento de los cultivos, tal situación quizás no

esté ligada a la baja cantidad de potasio en los suelos, pues los resultados del análisis de las 18 fincas en estudio (Anexo 2.) muestran que todos son altos en potasio, sino, por que la relación Mg/K puede hacerse cada vez más amplia, lo que resultaría en una deficiencia de potasio por exceso de Magnesio, máxime cuando este último también es relativamente alto en los suelos de las fincas en estudio.

La situación planteada respecto a la presencia de altos contenidos de magnesio, y que podría inducir a deficiencias de potasio se puede ver agravado no solo por el hecho de que la fuente principal de fertilizante es el 18-46-0, sino también por que aproximadamente un 80 % de los productores que normalmente siembran, no recibieron asistencia técnica durante el ciclo 2000 – 2001, (INEC, 2002), el mismo informe señala que de los que recibieron asistencia, solo 6 % recibió asistencia relacionada a la fertilización, lo cual resulta bajo.

Del Censo realizado por INEC (2002), también se puede deducir que el déficit de potasio asimilable, podría convertirse en un problema agudo a corto o mediano plazo, sobre todo si tomamos en cuenta que la capacitación durante el ciclo 2000-2001, dirigida al uso de los fertilizantes alcanzó un 6% del total de temas abordados.

V. CONCLUSIONES

- El déficit en N y K obtenido en el balance, es debido a que las salidas de nutrientes son mayores que las entradas, y con clara tendencia hacia el agotamiento de las reservas minerales del suelo.
- La finca que resultó con el mejor balance en nitrógeno y fósforo, fue la de Edgard Pérez, ya que obtuvo valores positivos en estos elementos. La que presentó los valores negativos más altos fue la de Pedro Picado.
- La mayoría de las fincas presenta balances positivos para el elemento fósforo.
- La totalidad de las fincas en estudio presentaron balances negativos y altos para el elemento potasio.
- El balance positivo para el fósforo y negativo para el potasio, está asociado al tipo de fuente que como fertilizante utilizan los productores propietarios de las fincas en estudio.
- A mediano o corto plazo en las fincas en estudio se podrían presentar problemas de deficiencias de potasio.
- La presencia de animales en el 50 % de las fincas en estudio contribuyen al agotamiento de las reservas minerales (nutricionales) del suelo.

VI. RECOMENDACIONES

- Compensar el déficit creado por las exportaciones de nutrientes restituyendo los elementos al sistema con insumos externos ya sean orgánicos o minerales, de acuerdo a las exigencias nutricionales de los cultivos.
- Establecer un plan de rotación en las parcelas, principalmente estableciendo como cultivos sucesores a los menos exigentes a los elementos nutritivos sujetos en el estudio de balance aparente.
- Utilizar como fuentes de fertilizantes las formulas que incluyan al elemento potasio.
- Capacitar a los productores en aspectos relacionados al manejo integrado de la fertilidad de los suelos y el uso de los fertilizantes, para que conozcan la importancia y los beneficios de estas prácticas para mantener y mejorar la fertilidad de los suelos.
- Introducir manejos alternativos de fertilización que incluyan la preparación de formulas (a base de mezclas de fertilizantes simples) tomando en cuenta las condiciones químicas del suelo y necesidades del cultivo.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ☐ ALTIERI A. 1983. Agroecología. Bases científicas de la agricultura alternativa. Berkeley, California, 169 p.
- ☐ ARAGÓN ISIDRO & ARÁUZ JUAN. 2000. Balance aparente de nutrientes (N,P,K) en dos unidades de producción en el Municipio de San Ramón, Departamento de Matagalpa. Managua, Nicaragua. Trabajo de Tesis. (85 p).
- ☐ ARZOLA N., FUNDORA O., MACHADO H. 1986. Suelo - Planta y Abonado. La Habana , Cuba. Ed. Pueblo y Educación. 461 p.
- ☐ BEJARANO, W. & MALDONADO, J. 1999. Balance aparente de nutrientes en la zona norte central de Nicaragua (Matagalpa – Jinotega). 82 p.
- ☐ BERDEGUE J. & LARRAIN B. 1992. Cómo Trabajan los campesinos I. Santiago de Chile. Pp 27 - 31
- ☐ BUCKMAN & BRADY. 1985. Naturaleza y propiedades de los suelos. Traducido por Barcelo R. S. México Hispanoamérica, S. A. de C. V. 590 p.
- ☐ CAIRO, P. 1980. Manual de fertilidad de suelos. La Habana, Cuba, editorial Pueblo y Educación. 120 p.
- ☐ CATASRO. 1971. Levantamiento de Suelo de la Región Pacifico de Nicaragua. Ed. MAG, (volumen 2, parte 1). Managua, Nicaragua.
- ☐ CONWAY, G. R. 1985. Agroecosistem analysis. Agricultural administration. 20: 31 - 55.
- ☐ DOMÍNGUEZ, V. A. 1997. Tratado de fertilización. Madrid, España, editorial Mundi Prensa. 148 p.
- ☐ FAO. 1983. El reciclaje de la materia orgánica en la agricultura de la América latina. Roma. 253 p.
- ☐ FAO. 1984. Boletín: Fertilizantes y nutrición vegetal. Roma. 66 p.
- ☐ FAO 1991. Desarrollo de sistemas agrícolas. Pautas para la conducción de un curso de capacitación en desarrollo de sistemas agrícolas, Roma, Italia. 256 p
- ☐ FAO. 1999. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. Roma. 20 p.
- ☐ FAO. 1996. Desarrollo de sistemas agrícolas y conservación de suelos. Roma, Italia. 163 p.

- ☐ FASSBENDER, H. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. Segunda edición. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 490 p.
- ☐ FLORES, J. 1983. Bromatología animal. Tercera edición, UNAM. Mexico. 1094 p.
- ☐ FOLLET, R. & STEWART B. 1985. Soil erosion and crop productivity. ASA, CSSA, SSSA. United States. 533 p.
- ☐ GUENKO GUENKOW. 1997. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 308 p.
- ☐ FUNES, F. 1975. Efectos de la quema y el pastoreo en el mantenimiento de los pastizales tropicales. Revolución cubana, Ciencias Agrícolas. 9:395 - 412 p.
- ☐ GARCIA, C.L. 1994. Medición de la capacidad de fijación de fósforo de los principales suelos de Nicaragua. (trabajo de tesis no publicado).
- ☐ GARCIA, C. L. 2000. Informe. Balance aparente de nutrientes en dos zonas climáticas contrastantes. Proyecto FAO-AGL-UNA/NIC/025/NOR. (52p).
- ☐ INEC. 2002. Censo Nacional Agropecuario 2001 - 2002. (presentación en CD).
- ☐ INTA – FAO. 1997. Sistema integrado del manejo de la fertilidad, protocolo del análisis de los balances aparentes de nutrientes a nivel de la parcela y de la finca. P 7.
- ☐ INTA, IICA. 1996. Seminario Taller. Agricultura y Desarrollo Sostenible Región B - 5. Matagalpa y Jinotega, Nicaragua. 70 p.
- ☐ KASS DONALD. 1996. Fertilidad de suelos. San Jose Costa Rica. EUNED. (272p).
- ☐ KETCHESON, J. 1980. Long - range effects of intensive cultivation and monoculture on the quality of southern Ontario Soils. Can. J. Soil Sci. 60: 403 - 410 p.
- ☐ LAMPKIN, N. 1998. Agricultura ecológica. Primera edición. Madrid, España. 725 p.
- ☐ MAGDOFF, F. & BARTLETT, R. 1985. Soil pH Buffering revisited. Soil Sci. Soc. Amer. J. 49: 145 - 148 p.
- ☐ MALDIDIER, C. & ANTILLON, T. 1996. Cultivos de cobertura. UNAN. Managua Nicaragua. Pp. 3 – 24.
- ☐ MIDINRA. 1983. Informe de las investigaciones sobre la fertilidad de los suelos en Nicaragua 1980 – 1982. Guía de de recomendaciones de fertilización para granos básicos. DGIFA. (158 p).

- ☐ MONTAGNINI, F. et. al. 1992. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. Segunda edición. OET. 662 p.
- ☐ MORENO, J. 1996. La materia orgánica en los agroecosistemas. Madrid, España. Mundi Prensa. 174 p.
- ☐ PORTA, J., LOPEZ – ACEVEDO, M., & ROSQUERO, C. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Madrid, España, ediciones Mundi Prensa. 807 p.
- ☐ SALMERON, F. 1996. A participatory evaluation of a farming system and a proposal to management it in an eco – sustainable way. A case study in Carazo, Nicaragua. Managua, Nicaragua, 84 p.
- ☐ SALMERÓN, F. & GARCÍA, L. 1994 .Manual Fertilidad y fertilización de suelos. Managua, Nicaragua. 141 p.
- ☐ SARAVIA, A. 1983. Un enfoque de sistemas para desarrollo agrícola. IICA. San José, C. R. 265 p.
- ☐ SLOBBE, W. 1996. Estudio sobre el manejo de la fertilidad del suelo. 10 p.
- ☐ STOOORVOGEL J.J. & SMALING E.M.A. 1990. Assessment of soil nutrient depletion in dub-saharan Africa. 1883-2000, volume iii, report 28, Wageningen. Holland.
- ☐ URBANO, P. & MORO, R. 1992. Sistemas agrícolas con rotaciones y alternativas de cultivos. Madrid, España. 134 p.
- ☐ VIEIRA, J., FISCHLER, M, MARIN X., & SAUER, E. 1999. Manejo integrado de la fertilidad del suelo en zonas de ladera (Sistema de producción de granos básicos - pequeña ganadería). El Salvador. 136 p.
- ☐ WILD, A. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Versión Española. 1992. 1045 p.
- ☐ YAGUE J. 1989. El suelo y los fertilizantes. Tercera edición. Madrid, España. Mundi Prensa. 283 p.
- ☐ YOUNG, L. 1989. Agroforestry for soil conservation. CAB International - ICRAF..

ANEXOS

Anexo 1. Formato de Encuesta aplicada a los productores para recolectar la información.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

GUIA DE TRABAJO DE CAMPO TISMA. MASAYA

BALANCE APARENTE DE NUTRIENTES EN SISTEMAS PRODUCTIVOS.

I Datos Generales.

1.1 Nombre del productor _____

1.2 Nombre de la fincas _____

1.3 Tipo de propiedad _____

II. Información básica de la Unidad la finca.

2.1 Como maneja su finca:

a) Como una sola área _____

b) La maneja parcelada _____

c) Si la maneja parcelada, en cuantas áreas la tiene dividida _____

2.2 Información de manejo por área y ciclos año 2000-2001

Parcela	Cultivo	Ciclo			Rendimiento Qq/mz	Fertilización Qq/mz	
		Primera	Postrera	Postreron		Completo	Urea
1							
2							
3							
4							
5							
6							

2.3 Información de manejo por área y ciclos 2001-2002

Parcela	Cultivo	Ciclo			Rendimiento Qq /mz	Fertilización Qq /mz	
		Primera	Postrera	Postreron		Completo	Urea
1							
2							
3							
4							
5							
6							

2.4 Información de manejo por área y ciclos con animales año 2000 - 2001

Parcela	Cantidad de animales por tipo			Tiempo aprox. de pastoreo	Edad de animales por tipo		
	Caballar	Caprino	Bovino		Caballar	Caprino	Bovino
1							
2							
3							
4							
5							
6							

2.5 Información de manejo por área y ciclos con animales año 2001 - 2002

Parcela	Cantidad de animales por tipo			Tiempo aprox. de pastoreo	Edad de animales por tipo		
	Caballar	Caprino	Bovino		Caballar	Caprino	Bovino
1							
2							
3							
4							
5							
6							

3. Manejo de los rastrojos por parcela y ciclo

3.1 Manejo de los rastrojos por parcela y ciclo año 2000-2001

Parcela	Cultivo	Ciclo			Quema	A la cosecha, que saca de la parcela o deja
		Primera	Postrera	Postreron		

3.2 Manejo de los rastrojos por parcela y ciclo año 2001-2002

Parcela	Cultivo	Ciclo			Quema	A la cosecha, que saca de la parcela o deja
		Primera	Postrera	Postreron		

4. Información sobre los cultivos

Distancias de siembra utilizadas por cultivos

Cultivo	Distancia de siembra

Anexo 2. Resultados de los análisis de suelo realizados para las áreas en estudio.

Propietario	pH	MO	N	P	Meq / 100 g de suelo.			Clase Textura
		%		(ppm)	K	Ca	Mg	
Marcelina Bermúdez	6.2	3.75	0.19	3.64	0.42	10.93	8.16	F
Hilda Vivas Sánchez	6.1	4.33	0.23	6.77	1.0	11.26	7.44	FAar
José Sieza	6.3	3.61	0.18	4.2	0.97	10.08	7.06	FA
Zenia Dumas	6.6	4.41	0.22	3.3	0.78	15.32	7.82	FA
Isidro García	6.6	2.86	0.14	7.01	2.45	14.7	9.85	Far
José Ruiz García	6.2	2.19	0.1	13.73	1.01	27	7.88	Far
Agustín Urbina	6.6	1.83	0.09	3.5	0.72	10.98	9.13	ArF
Edgard Pérez Guerrero	6.5	2.58	0.12	26.5	0.4	13.71	9.46	F
Alejandro Pérez	6.9	2.12	0.1	5.49	0.76	11.07	5.78	Far
Agustín Alemán	6.6	3.17	0.16	94.69	0.37	12.96	6.37	FAar
Máximo Matute	6.5	1.66	0.08	6.31	0.61	27.34	8.33	Far
Boanerges Rocha	8.0	4.21	0.21	20.82	1.0	23.09	9.36	FA
Alejandro González	7.8	4.33	0.23	8.25	0.42	29.7	3.74	Far
Pedro Picado	7.9	4.5	0.23	56.6	0.40	19.41	19.94	Far
Luis López Rosales	7.4	2.19	0.1	37.31	4.87	31.74	9.07	F
Justo Pastor Blanco	7.0	3.41	0.17	8.46	2.27	18.7	6.4	FA
José Ignacio Salazar	7.2	3.41	0.17	8.46	2.98	14.7	4.18	FA
Francisco Barrera	7.8	2.19	0.1	67.76	3.58	31.74	9.42	F

Claves: F= Franco, A= Arcilloso, ar= Arenoso

Anexo 3. Resultados de análisis de plantas utilizados para los cálculos de salida de nutrientes.

Maíz Tallo	0.48	0.18	0.47
Maíz Raíz	0.71	0.11	0.92
Maíz Tuza	0.22	0.03	0.71
Maíz Grano	1.49	0.54	0.3
Maíz Hojas	1.87	0.4	1.42
Maíz Olote	0.29	0.06	0.65
Cáscara Yuca	0.19	0.36	0.96
Hoja Yuca	3.25	0.59	2.1
Raíz Yuca	0.38	0.37	0.96
Frijol Grano	2.935	0.936	2.25
Frijol. Tallo, Hoja, Vaina, Raíz	0.48	0.37	2.58
Tallo Sorgo	0.38	0.37	2.41
Raíz Sorgo	0.57	0.37	1.37
Hoja Sorgo	3.08	0.73	1.27
Grano, Sorgo	0.28	0.91	0.48
Panoja Sorgo	0.96	0.37	0.61
Raíz Tomate	0.86	0.37	2.2
Hoja, Tallo Tomate	1.64	0.55	4.6
Fruto Tomate	0.112	0.024	0.222
Guineo Fruto	1.2	0.4	2.1

Anexo 3 (cont.). Resultados de análisis de plantas utilizados para los cálculos de salida de nutrientes.

Sandía (Fruto)	3.5	0.5	2.6
Melón (Fruto)	3.0	0.4	2.5
Pepino (Fruto)	3.05	0.22	5.0
Ayote (Fruto)	3.2	0.65	2.5
Pipian (Fruto)	3.2	0.65	2.5
Arroz Grano	1.32	0.47	0.2
Arroz cascarilla	0.62	0.19	0.49
Arroz Biomasa	0.88	0.16	1.22
Maní, (Fruto + Cápsula)	4.0	0.37	2.5
Sorgo Escobero (Biomasa)	0.33	1.0	0.37

**Anexo 4. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO
/BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)**

Finca de Enrique José Sieza.

Comunidad San Ramón

Año	Epoca	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr-Egr)		
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K
2000	Primera	Maíz	67,48	19,4	14,2	53,9	20,6	39	13,58	-1,2	-24,8
	Primera	Yuca	67,48	19,4	14,2	73	93	218	-5,52	-73,6	-203,8
2001	Primera	Yuca	67,48	19,4	14,2	73	93	218	-5,52	-73,6	-203,8

**Anexo 5. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO
/BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)**

Finca de Alejandro González

Comunidad Tisma

Año	Epoca	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr-Egr)		
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K
2000	Primera	Maíz	57,9	71,3	9	72,17	27,35	45,36	-14,27	43,95	-36,36
	Postrera	Frijoles	88	71,3	9	60,4	34,4	204	27,6	36,9	-195
2001	Postrera	Frijoles	88	71,3	9	60,4	34,4	204	27,6	36,9	-195

**Anexo 6. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO
/BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)**

Finca de Marcelina Bermúdez.

Comunidad Montañita 1.

Año	Epoca	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr-Egr)		
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K
2000	Primera.	Maiz	80	51	15,4	30,82	12,31	36,32	49,18	38,69	-20,92
	Postrera	Frijol	0	0	0	37,93	27,54	186,83	-37,93	-27,54	-186,83
	Primera.	Yuca	0	0	0	18,2	23,23	54,5	-18,2	-23,23	-54,5
2001	Primera	Yuca	0	0	0	18,2	23,23	54,5	-18,2	-23,23	-54,5

**Anexo 7. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO / BIOMASA+
COSECHA / AÑO (2000-2001)**

**Finca de Zenia Dumas.
Comunidad San Ramon**

Año	Epoca	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr-Egr)		
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K
2000	Postrera	Sorgo	151,2	80	15	116	79,5	152	35,2	0,5	-137
	Primera	Ayote	53	59,38	0	24,78	5,03	19,36	28,22	54,35	-19,36
2001	Postrera	Sorgo	151,2	80	15	113	72,75	147,4	38,2	7,25	-132,4
	Primera	Ayote	53	59,38	0	24,78	5,03	19,36	28,22	54,35	-19,36
		Pepino	53	59,38	0	38	3	62			

**Anexo 8. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO /BIOMASA+
COSECHA / AÑO (2000-2001)**

**Finca de Isidro García.
Comunidad San Ramon**

Año	Epoca	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr-Egr)			
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K	
2000	Primera	Yuca	0	0	0	36,5	46,4	109,2	-	36,5	-46,4	-109,2
		Maní	0	0	0	8	0,71	5	-8	-0,71	-5	
2001	Primera	Yuca	0	0	0	36,5	46,4	109,2	-	36,5	-46,4	-109,2

**Anexo 9. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO
/BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)**

**Finca de Alejandro Pérez Vilchez.
Comunidad San Ramon**

Año	Epoca	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr-Egr)		
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K
2000	Primera	Maíz	73,3	65	4	73,9	28,8	78,4	-0,6	36,2	-74,4
	Primera	Yuca	0	0	0	22	28	65,5	-22	-28	-65,5
2001	Primera	Yuca	0	0	0	7,3	9,2	22	-7,3	-9,2	-22

**Anexo 10. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO
/BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)**

**Finca de Máximo Matutes
Comunidad Tisma**

Año	Epoca	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr-Egr)		
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K
2000	Primera	Maíz	43,3	34,4	3,5	34,6	13,69	37,22	8,7	20,71	-33,72
	Primera	Yuca	0	0	0	5,69	7,2	16,9	-5,69	-7,2	-16,9
2001	Primera	Maíz	43,3	34,4	3,5	34,6	13,69	37,22	8,7	20,71	-33,72
	Primera	Yuca	0	0	0	5,69	7,2	16,9	-5,69	-7,2	-16,9

**Anexo 12. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO / BIOMASA+
COSECHA / AÑO (2000-2001)**

Finca de José Ruiz García.

Comunidad San Ramón

Año	Época	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr- Egr)		
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K
2000	Primera	Yuca	23,23	59,38	0	15	18,5	44	8,23	40,88	-44
	Primera	Trigo de Escoba	41,31	29,69	0	98,15	50,4	123	-56,84	-20,71	-123
2001	Primera	Yuca	11,62	29,69	0	12	15	36	-0,38	14,69	-36
									0	0	0

**Anexo 13. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO /
BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)**

**Finca de Luis López Rosales
Comunidad Tisma**

Año	Epoca	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr-Egr)		
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K
2000	Primera	Maíz	82,6	59,38	0	68,77	25,75	22,72	13,83	33,63	-22,72
	Postrera	Chiltoma	247,8	178,1	0	508	196	665	260,2	-17,9	-665
		Tomate	218,1	178,1	0	16,5	3	33	201,6	175,1	-33
		Sandía	124	89	0	119,2	171	88,6	4,8	-82	-88,6
2001	Primera	Maíz	82,6	59,38	0	68,77	25,75	22,72	13,83	33,63	-22,72
	Postrera	Chiltoma	247,8	178,1	0	508	196	665	260,2	-17,9	-665
		Tomate	218,1	178,1	0	16,5	3	33	201,6	175,1	-33
		Sandía	124	89	0	119,2	171	88,6	4,8	-82	-88,6

**Anexo 14. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO
/BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)**

Finca de Agustín Alemán

Comunidad Tisma

Año	Epoca	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr-Egr)		
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K
2000	Primera	Plátano	171	59,38	0	126,4	8,2	132	44,6	51,18	-132
	Primera	Pipian	62	44,5	0	74,36	15,1	58,1	-12,36	29,4	-58,1
	Postrera	Ayote	21	15	0	20,1	4	15,4	0,9	11	-15,4
2001	Primera	Plátano	71	59,38	0	126,4	8,2	132	-55,4	51,18	-132
	Postrera	Ayote	21	15	0	20,1	4	15,4	0,9	11	-15,4

**Anexo 15. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO /
BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)**

**Finca de Francisco Barrera Morales.
Comunidad Tisma**

Año	Epoca	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr-Egr)		
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K
2000	Primera	Sandía	248	178	0	141	20,1	104,7	107	157,9	-104,7
	Postrera	Melón	248	178	0	852	113,6	710	-604	64,4	-710
2001	Primera	Sandía	248	178	0	63	9	47	185	169	-47
	Primera	Tomate	397	178	0	28,3	5,16	57	368,7	172,84	-57

**Anexo 17. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO /
BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)**

**Finca de Agustín Urbina.
Comunidad San Ramon.**

Año	Epoca	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr-Egr)		
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K
2000	Primera	Maíz	41,3	29,69	0	34,5	13,6	44,6	-136	16,09	-44,6
	Primera	Yuca	0	0	0	15	13,6	44	-15	-13,6	-44
	Postrera	Maní	0	0	0	77,4	7,1	48,4	-77,4	-7,1	-48,4
2001	Primera	Yuca	0	0	0	15	18,6	44	-15	-18,6	-44

**Anexo 18. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO
/BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)**

Finca de Justo Pastor Blancos.

Comunidad Tisma

Año	Epoca	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr-Egr)		
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K
2000	Primera	Tomate	24	18	0	0,35	0,06	0,71	23,65	17,94	-0,71
2001	Primera	Melón	41,31	29,69	0	65	9	54	-23,69	20,69	-54
	Postrera	Ayote	41,31	29,69	0	5	12	46	36,31	17,69	-46

**Anexo 20. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO /
BIOMASA+ COSECHA / AÑO (2000-2001)**

Finca de José Ignacio Salazar.

Comunidad Tisma

Año	Epoca	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr-Egr)		
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K
2000	Primera	Pipian	125	90	0	248	50,4	194	-123	39,6	-194
	Primera	Ayote	124	89	0	75	15	58	49	74	-58
	Primera	Chiltoma	125	90	0	152	59	199	-27	31	-199
2001	Primera	Chiltoma	125	90	0	152	59	199	-27	31	-199

Anexo 21. BALANCE APARENTE POR CICLO Y CULTIVO
 BIOMASA + COSECHA / AÑO 2000-2001.

Finca de Edgar Pérez Guerrero.

Comunidad San Ramón

Año	Epoca	Cultivo	Nutrientes incorporados Totales			Extracciones totales de nutrientes			Balance aparente (Ingr-Egr)		
			N	P2O5	K2O	N	P	K	N	P	K
2000	Primera	Maíz	49,21	48,5	13,9	43,9	20,8	39,2	5,31	27,7	-25,3
	Primera	Fríjol	49,21	48,5	13,9	41,23	28,3	189	7,98	20,2	-175,1
2001	Primera	Yuca	49,2	46,3	13,9	27,41	35	82	21,79	11,3	-68,1
	Primera	Ayote	41,31	29,69	0	16	3,2	12,3	25,31	26,49	-12,3
	Postrera	Pipian	41,31	29,69	0	15,1	3	11,6			

Anexo22. Aglutinación de productores o fincas por comunidades.

Comunidad	Propietario	Año	Balance aparente (Ingr-Egr) (Kg/ha)		
			N	P	K
Montañita 1	Marcelina Bermúdez		-25,15	-35,31	-316,75
Montañita 1	Hilda vivas Sánchez		38	223,29	-226,55
Montañita 1	Máximo Matute		6,02	27,02	-101,24
		2000-2001	18,87	215	-644,54
San Ramón	Zenia dumas		129,84	116,45	-308,12
San Ramón	Isidro García		-81	-93,51	-223,4
San Ramón	José Ruiz García		-48,99	34,86	-203
San Ramón	Agustín Urbina		-100,6	-23,21	-181
San Ramón	Edgar P Guerrero		86,6	112,38	-292,4
San Ramón	José Sieza		2,54	-148,4	-432,4
		2000-2001	-11,61	-1,43	-1640,32
Tisma	Agustín Alemán		-21,36	153,71	-352,9
Tisma	Boanerge Rocha		16,31	34,84	-245
Tisma	Alejandro González		40,93	117,75	-426,36
Tisma	Pedro Picado		-1112,58	53,24	-1122,8
Tisma	Alejandro Pérez		-29,9	-1	-161,9
Tisma	Luis López Rosales		-74,54	217,66	-1618,64
Tisma	Justo P Blanco		36,27	56,3	-100,71
Tisma	José I Salazar		-128	175,6	-650
Tisma	Francisco Barrera		56,7	564,14	-918,7
		2000-2001	-1216,17	1372,24	-5597,01
		2000-2001			