

CR
003
982

020002

EFFECTOS DE LA ROTACION E INCORPORACION DEL CAUPI (*Vigna unguiculata*)
Y DEL NITROGENO SOBRE LA PRODUCCION DE UN CULTIVO DE ARROZ RIEGO

Por

NELSON AUGUSTO LOPEZ

Trabajo de Grado presentado como
requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Agrónomo

Director Dr LUIS FERNANDO SANCHEZ S I A , M S

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE LOS LLANOS ORIENTALES
FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA

Villavicencio, Colombia 1982

Universidad Tecnológica
Los Llanos Orientales
BIBLIOTECA

DIRECTIVOS

RECTOR UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE
LOS LLANOS ORIENTALES

Dr CARLOS ENRIQUE GARZON CONZALEZ

VICERECTOR ACADEMICO

Lic FIDEL A HUERTAS BERNAL

SECRETARIO GENERAL

Dr MANUEL CASTRO CARRIDO

DECANO DE LA FACULTAD

Dr HERNAN GIRALDO VIATELA

JURADO CALIFICADOR

Dr LAZAPO HUGO LEMUS

Dr HERNAN GIRALDO VIATELA

"El Director del Trabajo de Grado
y el Jurado Calificador, no serán
responsables de las ideas expuestas
por el autor"

El Jurado Calificador otorgó
Nota Aprobatoria

Gerardo A.

Dedica a

Min esposa Hermencia

Mis hijos Iónica, Paola y Carlos

Inés de López de Mesa

Adela López

AGRADECIMIENTOS

El autor manifiesta su sincero agradecimiento

Al Doctor LUIS FERNANDO SANCHEZ por su magnífica dirección y acertada orientación en la selección del tema y su realización

Al Instituto Colombiano Agropecuario, especialmente al Programa de Suelos de la Estación Experimental La Libertad, por haberme brindado personal y facilidades técnicas, materiales y locativos para la realización del presente estudio

Al Doctor JOAQUIN SANABRIA de la División de Biometría y Estadística del ICA por su asesoría en los análisis estadísticos

A los funcionarios del Laboratorio de Suelos de la Universidad del Llano y del ICA en Tibaitatá

A los funcionarios de la sección de análisis de calidad y molinería del IDEMA, en Villavicencio

A la Señorita ELIZABETH TRUJILLO C , por su eficiente labor de mecanografía

A la Universidad Tecnológica de Los Llanos Orientales, especialmente a la Facultad de Ingeniería Agronómica, por haberme facilitado la oportunidad para adelantar mis estudios hasta la obtención del título profesional

CONTENIDO

		Página
1	INTPODUCCION	1
2	REVISION DE LITEPATURA	4
2 1	FERTILIZACION NITROGENADA EN ARROZ	4
2 1 1	Fertilización nitrogenada aplicada al suelo	5
2 1 2	Fertilización nitrogenada aplicada al follaje	6
2 2	LA MATERIA ORGANICA EN RELACION CON LA FERTILIDAD DEL SUELO	7
2 2 1	Los abonos verdes	8
2 2 1 1	Características de un cultivo para utilizar como abono verde	11
2 2 1 2	Abonos verdes utilizados en arroz	11
2 3	LAS LEGUMINISAS, EL ARROZ Y OTRAS GRAINEAS EN UN SISTEMA DE ROTACION	13
2 4	IMPORTANCIA DEL CAUPI COMO CULTIVO DE ROTACION, E INCORPORACION	15
3	MATERIALES Y METODOS	17
3 1	LOCALIZACION	17
3 2	DISEÑO EXPERIMENTAL	19
3 3	FERTILIZACION VARIABLE	20
3 4	FERTILIZACION CONSTANTE	20
3 5	PRACTICAS CULTURALES	20
3 5 1	Labores del cultivo del caupí	20
3 5 2	Labores del cultivo del arroz	21
3 6	EVALUACION DE LOS EXPERIMENTOS	22
3 6 1	Procesamientos de los datos	22

		Página
4	RESULTADOS Y DISCUSION	23
4 1	CARACTERIZACION DE LOS SUELOS	23
4 2	EFFECTO DE LA INCORPORACION DEL CAUPI EN LA MATERIA ORGANICA DEL SUELO	24
4 3	CONTENIDO DE ALCUNOS ELEMENTOS EN EL FORRAJE DEL CAUPI	25
4 4	EFFECTOS DE LA ROTACION E INCORPORACION DEL CAUPI Y DEL NITROGENO APLICADO AL SUELO EN EL CULTIVO DEL ARPOZ RIEGO	26
4 4 1	Efecto sobre la altura de la planta	26
4 4 2	Efecto sobre el porcentaje de vaneamiento	27
4 4 3	Efecto sobre el peso de 1 000 granos	28
4 4 4	Efecto sobre el contenido de nitrógeno en el follaje en dos estados de crecimiento	29
4 4 5	Efecto sobre el rendimiento de grano	31
4 4 6	Efecto sobre el rendimiento e índice de pilada	35
4 5	EFFECTOS DE LA ROTACION E INCORPORACION DEL CAUPI Y DEL NITROGENO APLICADO AL FOLLAJE EN EL CULTIVO DEL ARROZ RIEGO	36
4 5 1	Efecto sobre la altura de la planta	36
4 5 2	Efecto sobre el porcentaje de vaneamiento	38
4 5 3	Efecto sobre el peso de 1 000 granos	39
4 5 4	Efecto sobre el contenido de nitrógeno en el follaje en dos estados de crecimiento	40
4 5 5	Efecto sobre el rendimiento de grano	41
4 5 6	Efecto sobre el rendimiento e índice de pilada	43

		Página
5	CONCLUSIONES	46
6	RESUMEN	48
7	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	51
	APENDICE	

INDICE DE TABLAS

TABLA Nº		Página
1	Producción de forraje de ocho materiales de caupí en suelos de terraza alta del Piedemonte llanero	17
2	Análisis de caracterización inicial del suelo donde se realizó el experimento	18
3	Tratamientos para los lotes de experimentación con arroz riego	19
4	Resultados de los análisis de caracterización de los suelos donde se realizaron los experimentos antes y después de la siembra	23
5	Cantidad de materia verde y seca producidas por el caupí a los 60 días de germinado	24
6	Contenido de algunos elementos en el forraje del caupí a los 60 días de germinado	25
7	Efecto de la rotación e incorporación del cuapí y del nitrógeno aplicado al suelo sobre la altura y el porcentaje de vaneamiento del arroz riego CICA-8	27
8	Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al suelo sobre el peso de 1 000 granos del arroz riego CICA-8	28

TABLA Nº		Página
9	Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al suelo sobre el contenido de nitrógeno en el follaje del arroz riego CICA-8 en dos estados de crecimiento	29
10	Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al suelo sobre el rendimiento de grano del arroz riego CICA-8	31
11	Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al suelo sobre el rendimiento e índice de pilada del arroz riego CICA-8	35
12	Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al follaje sobre la altura y porcentaje de vaneamiento del arroz riego CICA-8	37
13	Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al follaje sobre el peso de 1 000 granos del arroz riego CICA-8	39
14	Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al follaje sobre el contenido de nitrógeno foliar del arroz riego CICA-8 en dos estados de crecimiento	40

TABLA N°

Página

15	Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al follaje sobre el rendimiento de grano del arroz riego CICA-3	42
16	Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al follaje sobre el rendimiento e índice de pilada del arroz riego CICA-8	44

j

INDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº		Página
1	Relación entre el contenido de nitrógeno hallado a los 90 días en el arroz riego CICA-8, en los sistemas de arroz-solo y caupí-arroz	34

INDICE DEL APENDICE

APENDICE Nº		Página
1	Análisis de varianza de los resultados de altura a floración de la planta de arroz riego CICA-8	58
2	Análisis de varianza de los resultados del porcentaje de vaneamiento del arroz riego CICA-8	59
3	Análisis de varianza de los resultados del peso de 1 000 granos del arroz riego CICA-8	60
4	Análisis de varianza de los resultados del contenido de nitrógeno hallado a los 45 días en el follaje del arroz riego CICA-8	61
5	Análisis de varianza de los resultados del contenido de nitrógeno hallado a los 90 días en el follaje del arroz riego CICA-8	62
6	Análisis de varianza de los resultados del rendimiento de grano del arroz riego CICA-8	63
7	Análisis de varianza de los resultados del rendimiento de pilada del arroz riego CICA-8	64
8	Análisis de varianza de los resultados del índice de pilada del arroz riego CICA-8	65

1 INTRODUCCION

Los suelos que se emplean continuamente en siembras de arroz, pueden presentar con el tiempo serias dificultades por el monocultivo, es decir, la rotación gramínea-gramínea y, en el caso del cultivo bajo inundación, se añade la perspectiva de deteriorarse por la pérdida de estabilidad de sus agregados al estar sometidos frecuentemente a reducción como consecuencia del uso de la lámina de agua

Además, es un hecho ampliamente demostrado que la repetición de una gramínea en un mismo sitio provoca el aumento de malezas, extracción unilateral de nutrientes por parte de las plantas, principalmente de nitrógeno, aumento de los daños ocasionados por plagas y enfermedades, reduciendo finalmente la producción del cultivo

Por otra parte, la deficiencia primordialmente causante de la disminución de los rendimientos agrícolas corresponde al nitrógeno asimilable del suelo. Sin duda alguna, los cultivos responden a los abonos artificiales nitrogenados, pero, así no se produce una mejora duradera de la fertilidad del suelo, que si se consigue enriqueciéndolo de materia orgánica y perfeccionando su estructura. En este caso, uno de los métodos mas apropiados lo constituye el empleo de las leguminosas en un sistema de rotación de cultivos, con mejores resultados si son incorporados al suelo como abono verde

Hoy en día es frecuente observar como por el encarecimiento del nitrógeno y la crisis energética se está propiciando el retorno del cultivo de las leguminosas, que gana atención mundial por su habilidad para fijar el nitrógeno de la atmósfera en el suelo. Esta crisis queda evidenciada cuando se reporta que son necesarios cerca de 100 litros de gasolina para producir 50 kilogramos de fertilizante nitrogenado (21). Y, aún está lejos la presencia en la agricultura de plantas capaces

de fijar nitrógeno al igual que las leguminosas

Para nuestro País se ha establecido que el rubro de mayor valor del costo de la producción del arroz, ha sido la fertilización, que analizada en detalle en 1980, representó el 13,68% del costo total, siguiendo en su orden la labor de recolección con el 10,80%, el arriendo de la tierra con el 10,45%, y el control de malezas con el 10,23%, en promedio nacional. En el caso de la úrea, ésta se tiene que importar en su mayoría y se sabe que los precios internacionales, especialmente de los fertilizantes, registran ascensos bastante acentuados. Es así como la úrea presenta un incremento del 434,3% a nivel nacional (13). Precisamente, por los altos costos y escasez de fertilizantes químicos, en la China, millones de hectáreas del cultivo de arroz se fertilizan utilizando el helecho azolla como abono vegetal, que proporciona cantidades considerables de nitrógeno.

Ubicándonos dentro del contexto regional, el presente estudio ha tenido en cuenta que en los Llanos Orientales es muy difícil rotar apropiadamente el arroz de riego, porque las leguminosas utilizadas para esta práctica, como la soya y el maní presentan serios inconvenientes en estos suelos y, además, el mercadeo se dificulta para el producto recolectado. En cambio, el caupí se adapta a suelos pobres y ácidos, lo cual es ampliamente favorable para emplearlo como cultivo de rotación y como abono verde.

Se ha indicado que el caupí produce en suelos de la clase IV entre 2,7 y 5,1 t/ha de forraje seco, dependiendo de la variedad (33). Este forraje es de alta calidad ya que su contenido de proteína alcanza un 24%. En esta forma, calculando una producción de únicamente 2,0 t/ha de forraje seco, haciendo las conversiones del caso, se estarían incorporando 77 kg/ha de nitrógeno mediante el forraje, sin tener en cuenta la cantidad fijada simbióticamente.

Por las consideraciones anteriormente anotadas y con el propósito de

hallar posibles soluciones a los problemas planteados, se planeó el presente estudio con los siguientes objetivos

- 1 Determinar la cantidad de materia verde y seca, y el contenido de nitrógeno aportados al suelo por el caupí
- 2 Determinar el valor comparativo en los rendimientos del arroz rie-go, ocasionado por los efectos de la rotación e incorporación del caupí
- 3 Establecer comparación entre la fertilización inorgánica nitróge-nada y la fertilización con el abono verde

2 REVISION DE LITERATURA

Aunque en la presente investigación no se evaluó ningún aspecto de la fijación del nitrógeno, es apenas justo anotar que el caupí fija determinada cantidad que también contribuye al mejoramiento de la fertilidad del suelo, y por consiguiente al rendimiento del arroz. Al respecto, se ha reportado que el caupí posee una capacidad de fijación entre 55 y 117 kg/ha de nitrógeno al año (2) dependiendo, desde luego, de los suelos y su manejo.

La fertilidad de muchas tierras de cultivo ha alcanzado un nivel crítico de pobreza y sigue decreciendo gravemente. A pesar del empleo de variedades mejoradas y de los perfeccionamientos técnicos en la agricultura, los rendimientos agrícolas han descendido por debajo de su nivel real y continúan descendiendo. En algunas regiones se ha logrado invertir la tendencia gracias a la utilización del cultivo de las leguminosas (44).

2.1 FERTILIZACION NITROGENADA EN ARROZ

El nitrógeno es el elemento nutritivo que con mayor frecuencia limita los rendimientos de los cultivos en los trópicos. Con excepción de algunas tierras recientemente desmontadas, la mayoría de los suelos cultivados son deficientes en este elemento (35).

Como resultados de miles de experimentos en muchos lugares del mundo, se ha encontrado que el cultivo del arroz responde casi que universalmente a aplicaciones de nitrógeno y con menor frecuencia a otros elementos, excepto en aquellos casos donde el suelo está extremadamente bien suministrado de nitrógeno orgánico fresco (10). Especialmente se ha señalado, en promedio mundial, un incremento de 12,7 kilogramos de arroz en cáscara por cada kilogramo de nitrógeno aplicado (10).

2 1 1 Fertilización nitrogenada aplicada al suelo

En general, como en la gran mayoría de cultivos, la fertilización aplicada al suelo es la principal en el cultivo del arroz y de la que se esperan los mejores rendimientos

Para el cultivo en mención, existe una amplia investigación sobre la fertilización nitrogenada, dirigida casi toda a su aplicación en el suelo de acuerdo con los diferentes estados de crecimiento de la planta. Según los resultados de numerosos experimentos, se concluye que la planta de arroz tiene dos periodos en los cuales los requerimientos del nitrógeno son altos, así uno en la etapa vegetativa temprana y otro en la iniciación de la formación de la panícula (20). Se indica además, que una planta bien suplida de nitrógeno no requiere adición del elemento en la fase reproductiva (20). Sin embargo, posteriores investigaciones mostraron que el nitrógeno es requerido para incrementar el número de panículas y espiguillas, para prevenir la esterilidad, para incrementar el tamaño de las glumas, y en la obtención de una floración uniforme que permita incrementar el porcentaje de granos maduros (20).

Por lo anterior, han sido determinados varios grupos caracterizados por presentar diferentes opciones para la aplicación del nitrógeno, fraccionándolo de acuerdo con los estados mas críticos de crecimiento del arroz. De todas formas, los rendimientos del cultivo en mención están positivamente correlacionados con los dos estados señalados inicialmente (35), aunque se menciona que un suministro de nitrógeno durante el proceso de madurez del cultivo ha tenido un buen efecto sobre el porcentaje de granos maduros, peso de 1 000 granos y el rendimiento de grano (20).

En el departamento del Meta, las pruebas regionales sobre épocas de aplicación del nitrógeno en el cultivo del arroz de riego, han indicado que la mejor forma de suministrarlo es fraccionando la dosis

total en tres partes iguales y aplicarlo a los 35, 55 y 75 días después de germinado. De esta forma, se reducen las pérdidas y se suministra el elemento en los 3 estados críticos del cultivo (34), es decir, en el crecimiento inicial, estado de macollamiento activo e iniciación de la formación de la panícula.

Los conceptos citados anteriormente indican que existe una casi utilización continua de nitrógeno por parte de la planta de arroz, lo que podría constituir una buena base para establecer una fertilización foliar a medida que avanza su crecimiento, e indica también un probablemente uso efectivo del nitrógeno aportado por el forraje del caupí.

2.1.2 Fertilización nitrogenada aplicada al follaje

La literatura sobre fertilización foliar para el cultivo del arroz es escasa, por no decir que nula. Aspecto que parece no solo corresponder a este cultivo. Precisamente lo anterior indica, tal como lo señala Gómez (12), que hacen falta trabajos de investigación que establezcan las condiciones de clima, suelo, cultivo y técnica, bajo las cuales la fertilización foliar sea efectiva. Sin embargo, existe una opinión generalizada que adjudica a este tipo de fertilización una función de suplemento de la que se realiza directamente al suelo, pero sin que hasta el momento llegue a sustituirla.

Los mayores éxitos con la fertilización foliar se han obtenido con la aplicación de micronutrientes y con el nitrógeno, en plantas cultivadas en suelos deficientes en estos elementos (19). Al respecto, los buenos resultados con los elementos menores son causados por las pocas cantidades que de ellos requieren las plantas, por otra parte, la urea es uno de los fertilizantes más comúnmente usados en aspersiones foliares (12).

Experimentos llevados a cabo en el Centro Regional de Investigaciones La Libertad del ICA, muestran una ligerísima respuesta del arroz de

riego al nitrógeno en dosis de 6,0 kg/Ha, empleando úrea aplicada al follaje. Allí mismo, no se encontró ningún efecto al aplicar sulfato de amonio como fuente de nitrógeno (17). Por el contrario, se ha observado cierta tendencia a disminuir los rendimientos, especialmente a mayor dosis del fertilizante (17).

Resultados experimentales en suelos arroceros con fertilizantes foliares que contienen más de un elemento y cuyas concentraciones son muy bajas, no han provocado efecto positivo alguno sobre el rendimiento (34). Según otros autores, la fertilización foliar en arroz ha dado buenos resultados con zinc, cuando existen deficiencias comprobadas (17).

Con la fertilización foliar, cuando se trata de elementos mayores, no basta aplicar la totalidad de lo necesario, pues la planta requerirá abonos aplicados al suelo desde que nace y que una vez aparecido suficiente follaje, habría que hacer un número considerable de aplicaciones el cual será una vez mayor con la aparición de nuevas variedades más productivas (12).

Por otra parte, no se halló ningún otro dato referente a la cantidad de agua para aplicar, según determinada dosis del fertilizante nitrogenado en forma de úrea, mediante aspersión foliar.

2.2 LA MATERIA ORGANICA EN RELACION CON LA FERTILIDAD DEL SUELO

Los suelos tropicales poseen bajos contenidos de materia orgánica debido a las altas temperaturas y rápidas tasas de descomposición (35), por lo tanto corresponde hacer uso de prácticas que permitan su conservación con el fin de mejorar la productividad de estos suelos.

Como ha sido usual, una de las formas de aumentar la materia orgánica

del suelo es agregando materiales frescos sin descomponer como estiércol y materiales vegetales incorporados como abono verde (35,44) Al respecto, algunos estudios realizados en la India demostraron que una cantidad anual de 5,6 t/ha de estiércol aumentó el rendimiento de arroz tanto como lo hizo la fertilización ó con fósforo (35)

Experimentos adelantados en Colombia por Rodríguez (30), han permitido concluir que la adición de materia orgánica como gallinaza elevó los rendimientos de varias hortilizadas en un 20%, en relación con la fertilización inorgánica También se menciona que el fríjol aumentó su rendimiento en 37 kg/ha por cada tonelada de gallinaza (29) Investigaciones hechas por el mismo autor han mostrado aumentos apreciables en los rendimientos de avena y maíz mediante el empleo de gallinaza como fertilizante orgánico (31)

Otros estudios efectuados en la India señalan los siguientes aumentos de arroz paddy en relación con un testigo sin fertilizar que produjo 2 615 kg/ha, así 22,9% cuando se utilizó estiércol, 33,0% con abono verde, 23,78% con sulfato de amonio, y 22,31% utilizando úrea (3)

Es indudable que una buena presencia de materia orgánica en los suelos, repercute favorablemente sobre sus características físicas, químicas y microbiológicas En tal forma, algunos de los efectos benéficos de la materia orgánica consisten en el suministro de la mayor parte del nitrógeno y azufre a las plantas y el mejoramiento de la estructura de los suelos deficientemente agregados (27,35) Específicamente y en lo relacionado con el arroz, Comhaire (8) menciona tres funciones de la materia orgánica, así a) es necesaria para mejorar las propiedades físicas de los suelos productores de arroz y para mantener u obtener una buena estructura, que en el caso del arroz siempre tiende a deteriorarse, b) facilita la absorción de nutrientes por parte de las plantas de arroz, y c) con la descomposición de la materia orgánica se aporta una cantidad determinada de elementos minerales que pueden ser tomadas por las plantas

2 2 1 Los abonos verdes

Los abonos verdes son catalogados como plantas de vegetación rápida que se entierran en el propio lugar de crecimiento y que se destinan a mejorar las propiedades físicas y la fertilidad de los suelos (15)

Los abonos verdes afectan positivamente la reserva de nitrógeno, mejorando su disponibilidad, especialmente cuando las condiciones de clima y suelo son adecuadas para su descomposición (16) Además, con ellos se aumenta la materia orgánica y a su tiempo se obtiene una buena estructura edáfica (44)

La mayor parte de los forrajes de crecimiento rápido como las leguminosas son susceptibles de ser cultivadas y enterradas después como abono verde (44) En tal caso, el crecimiento herbáceo es de máxima importancia para aumentar el nitrógeno del suelo, mientras que el sistema radical es importante porque extrae los nutrientes del suelo (44) Mas aún, se afirma que el abono verde no proporciona únicamente nitrógeno, sino también, aunque en cantidades mas reducidas P, K y Ca (3) En leguminosas como Crotolaria juncea y Astragalus sinicus se han determinado cantidades importantes de estos elementos (3)

Se debe añadir que los efectos de los abonos verdes, como fuentes de nitrógeno, dependen no solamente de las especies utilizadas, sino también de las condiciones en que se cultivan y de la edad en que se incorporan (3) El contenido de nitrógeno, en porcentaje de materia seca, tiende a decrecer con la edad, así, por ejemplo, para el Crotolaria usaraensis en Ceilán, a los dos meses el porcentaje de este elemento va de 4 a 7 a los cuatro meses de 1,5 a 2,7, y a los seis meses de 0,9 a 1,4 (3) Por otra parte, no debe desdeñarse el nitrógeno fijado simbióticamente por la leguminosa

Estudios realizados en Suráfrica indican que un abono verde enterrado con

el arado se descompone por completo en un periodo de seis a ocho semanas si son buenas las condiciones de humedad y temperatura (44) Otros investigadores señalan que en la India, los abonos verdes incorporados al suelo con agua suficiente, se descomponen rápidamente en un periodo de cuatro a cinco semanas (3)

Es conveniente mencionar que existe aún en América Latina un prejuicio muy marcado contra el enterramiento de toda cosecha que pueda aprovecharse para el consumo humano o animal (44) Sin embargo, existe la posibilidad de aprovechar el producto cosechado, como el grano de las leguminosas, para luego proceder a incorporar el forraje Con lo anterior se estaría aprovechando si no la máxima cantidad de nitrógeno que se produce en la edad mas temprana de la leguminosa, si una cantidad importante del elemento

No hay que olvidar que los abonos verdes constituyeron la principal fuente de nutrientes antes que aparecieran los fertilizantes inorgánicos (20) Además, son considerados como una buena fuente de nitrógeno bajo las condiciones del trópico y necesarios en ciertas situaciones para perfeccionar la estructura del suelo en un sistema de agricultura rotacional en el cultivo del arroz (20)

Finalmente los autores consultados, están de acuerdo sobre la eficacia de los abonos verdes y en general de los beneficios de las leguminosas , como recurso importantísimo para mejorar las propiedades físicas y el grado de la fertilidad de los suelos, y en consecuencia ser útiles para incrementar los rendimientos de los cultivos siguientes, especialmente gramíneas, bien sea que se usen como complemento de la fertilización inorgánica o como utilización unilateral de las bondades de las leguminosas (3, 5, 6, 8, 21, 27, 37, 38, 40)

2 2 1 1 Características de un cultivo para utilizar como abono verde

De acuerdo con la revisión hecha por Whyte (44) un cultivo mejorador del suelo como abono verde debe reunir las siguientes características

- a) Que se puede aprovechar alternativamente como alimento,
- b) debe hacerse en un temporada en que, de otra manera se obtendrían beneficios mínimos,
- c) la semilla debe germinar fácilmente,
- d) debe tener una rápida producción de semillas, de fácil recolección y ser baratas,
- e) deben ser de rápido crecimiento,
- f) las plantas deben ser bajas y fáciles de enterrar,
- g) las necesidades de fertilizantes deben ser mínimas,
- h) buena formación de nódulos en sus raíces,
- i) las plantas deben ser tolerantes a la acidez puesto que el encalado no es factible,
- j) las plantas deben ser resistentes a plagas y enfermedades,
- k) en general, los costos de implantación y mantenimiento deben ser mínimos

Además, se podría agregar como otra característica a tener en cuenta que el cultivo debe poseer un buen índice de área foliar con el fin de que con una amplia cobertura y sombreamiento, ejerza un buen control sobre las plantas malezas

2 2 1 2 Abonos verdes utilizados en arroz

En países como la India, la práctica del abono verde está

muy generalizada y se acepta como método propio para mejorar la textura del suelo y aumentar su fertilidad, sobre todo para mejorar los rendimientos del cultivo del arroz (44) Parece ser que la dificultad radica en encontrar leguminosas que se adapten al medio del cultivo mencionado (3) En todo caso, tanto en la zona templada como en la tropical se emplean algunas leguminosas como abono verde en el cultivo del arroz

Según Angladette (3), en las regiones templadas se recomienda escoger los siguientes abonos verdes utilizables en arroz,, en Italia la alfalfa y los tréboles rojo y blanco, en Egipto el arroz se cultiva frecuentemente en sucesión bianual con el bersim (Trifolium alexandrinum) en los Estados Unidos la lespedeza, diversas crotolarias y la alfalfa, en el Japón se emplea el Astragalus sinicus, y en Madagascar es frecuente el uso del Dolichus lablab y el Cajanus indicus

Mientras tanto en las regiones tropicales los resultados obtenidos son muy variados Según Angladette (3), en la India los abonos verdes mas utilizados son la Crotolaria juncea, Vigna sinensis y, especialmente Sesbania aculeata, en Ceilán se emplea la Tephrosia purpurea y la Crotolaria juncea, en Vietnan es frecuente el uso del Cajanus indicus y la Crotolaria striata, en Tailandia se utiliza la Sesbania roxburgii, el Stilozobium spp y la Crotolaria juncea, en Filipinas es común el uso del Phaseolus mungo, Vigna sinensis y Crotolaria juncea En Bolivia, es usual el empleo de la soya como cultivo de rotación y abono verde en arroz con buenos resultados*

Como se observa en varios países los abonos verdes han dado excelente resultado en los rendimientos del arroz (8) También se menciona que el abono verde junto con los fertilizantes minerales, constituyen uno de los mejores recursos para incrementar los rendimientos de este cultivo,

* Información personal, visitas a Bolivia de Peter Jennings, 1981

es así como en Madagascar se ha mejorado la producción cuando se añadió una cantidad conveniente del fertilizante (8). Comhaire (8) manifiesta que en la India el uso simultáneo del abono verde y de fertilizantes han provocado incrementos en los rendimientos del arroz en un rango de 15 a 75%. El mismo autor (8), indica que el mejor tiempo para preparar o incorporar el abono verde es justo antes de instalar el arroz de riego.

Aunque no existe en Colombia un uso generalizado ni investigaciones respecto a los abonos verdes, en muchos países la opinión prevalente es que pueden ser usados en interacción con los fertilizantes.

2.3 LAS LEGUMINOSAS, EL ARROZ Y OTRAS GRAMINEAS EN UN SISTEMA DE ROTACION

El cultivo del arroz registra especial importancia económica para la región de los Llanos Orientales debido a que se ha convertido en la principal productora a nivel nacional. Es así como el área inscrita para el solo departamento del Meta, hasta mayo de 1982, comprende 35 962 hectáreas para el arroz de riego y 37 097 para el arroz de secano (14). Lo anterior permite concluir que corresponde darle a este cultivo un manejo adecuado dada su importancia.

En el momento es evidente la inexistencia en la zona de un plan de rotaciones para el cultivo en referencia y por el contrario, se observa un continuo e inadecuado manejo a través de siembras consecutivas de arroz seguido de sorgo, y arroz seguido de malezas gramíneas. Lo anterior constituye un círculo perjudicial en el que se representa un intenso consumo de nutrientes del suelo, con lo cual se aumenta la pérdida de materia orgánica y provoca un desmejoramiento de las propiedades físicas de los suelos (44). Además, se hace posible la presencia de problemas fitosanitarios (43).

En muchas partes del mundo se encuentran ejemplos de rotaciones, en

que los cultivos que roban fertilidad al suelo, se alternan con aquellos que se la devuelven (44) Mas concretamente, se tiene entendido que una rotación correcta, especialmente incluyendo leguminosas, incrementa los rendimientos de los cultivos involucrados en ella, por los siguientes factores a) químicos, por el mejor aprovechamiento de nutrientes, b) físicos, por evitar la erosión, c) biológicos, porque hay ganancia de nitrógeno por la fijación simbiótica de las leguminosas, y d) económicas, porque en consecuencia, se presenta un aumento en la productividad de las tierras (43)

En algunas regiones se ha avanzado mucho hacia la inclusión de leguminosas alternando con los cereales, lo que es ya un gran paso para abolir el monocultivo (44) En Rusia, según Vasilev (43) se ha comprobado que gramíneas como la avena y el centeno incrementaron sus rendimientos hasta en un 30% en un sistema de rotación que se comparó con el monocultivo

De otro lado, Stickler y colaboradores (40), hicieron estudios sobre el valor comparativo proveniente de las leguminosas y del fertilizante nitrogenado incidiendo en la producción de maíz Ellos encontraron que los rendimientos obtenidos de las parcelas en que antes se habían plantado leguminosas, fueron muy superiores a los obtenidos en las parcelas donde antes se plantó maíz después de la avena y sin fertilización nitrogenada Ciertamente, este experimento equivale a un método para evaluar la contribución de las leguminosas a la reserva de nitrógeno del suelo en condiciones de campo, aquí se mide el efecto residual en plantas que le siguen en rotación de cultivos (6)

Indudablemente, las leguminosas pueden reemplazar una cantidad significativa de nitrógeno para obtener buenas producciones tanto en mezcla con pastos como en rotaciones con otros cultivos (5) En los Estados Unidos, por ejemplo, el trébol proporciona la mayor parte del nitrógeno que requiere el maíz durante dos años (21)

En la faja arrocerá de los Estados Unidos, como en Louisiana y Arkansas, en décadas anteriores, los problemas causados por el monocultivo se presentaron con extrema severidad (42). Las tierras que fueron utilizadas durante muchos años, al principio producían alrededor de 5 500 kg/Ha de arroz paddy y luego solo daban de 1 270 a 1 470, solo un esfuerzo conjunto de entidades oficiales, universidades y agricultores, permitió el retorno a la producción normal de aquellas tierras antes desahuciadas (42). Uno de los medios claves para lograr tal propósito lo constituyó la rotación de cultivos (42).

Hoy en día, los arroceros norteamericanos usualmente implantan el cultivo del arroz una sola vez cada tres años en un terreno, bajo el sistema de rotaciones y en extensiones no superiores a 80 hectáreas (24). Las rotaciones más comunes en tal país son las siguientes: arroz-avena-soya, arroz-soya-soya, y dos años de arroz seguidos de tres años de pastura mejorada (18).

2.4 IMPORTANCIA DEL CAUPI COMO CULTIVO DE ROTACION E INCORPORACION

El caupí (*Vigna unguiculata*), también llamado a veces judía de vara y sitao, es una leguminosa herbácea anual, de temporada cálida (18). Se adapta muy bien a altitudes que pueden oscilar entre 0 y 1 500 m s n m y a temperaturas entre 22 y 30°C (34). Además, se adapta a una gran diversidad de suelos, desde arenosos hasta terrosos gruesos, de fértiles a menos fértiles, incluyendo los que son bastante ácidos, no se adaptan a suelos mal drenados (18).

Se considera que el caupí no está expuesto a enfermedades como muchas otras leguminosas alimenticias de grano, aunque en África donde se originó el caupí, las plantas son mucho más susceptibles a las enfermedades (18). En Colombia, se reporta que en el Departamento de Córdoba se han presentado daños en esta leguminosa causados por enfermedades como el damping-off, añublo, antracnosis, y las causadas por

agentes virógenos (25) En el departamento del Meta, en la zona del piedemonte llanero, no se han reportado ni plagas ni enfermedades que limiten severamente el desarrollo del caupí. Apenas se menciona a los insectos perforadores del follaje, entre ellos los crisomélidos, como la principal plaga, especialmente en época de verano, pero son de fácil manejo (33). Respecto al manejo de las malezas, se tiene entendido que con una buena preparación del lote no es necesaria la aplicación de herbicidas (33), añadiendo que el caupí se caracteriza por presentar una amplia cobertura que le permite ejercer un buen control sobre las malezas.

Ahora bien, dentro de los múltiples usos del caupí, el grano seco es un alimento altamente nutritivo y su follaje abundante permite utilizarlo en la producción de forraje para el ganado (33).

Sin embargo, el empleo del caupí como abono verde parece ser la forma más conocida en Colombia (33). En algunas fincas del Tolima y Valle del Cauca se siembra antes de la cosecha de algodón para incorporarlo al suelo, constituyéndose así en un excelente cultivo de rotación que tanto conviene a los suelos colombianos (33). En algunas regiones arroceras del mundo, el caupí también es utilizado como abono verde, especialmente en la India y Filipina (3,27). Estudios realizados precisamente en este último país con algunas variedades de caupí, muestran características muy favorables en la formación de su estructura vegetativa, que lo hacen útil para emplearlo como abono verde en el cultivo del arroz (39).

Sánchez (33) reporta, luego de una serie de pruebas realizadas en el Centro Regional de Investigaciones La Libertad del ICA, que el caupí se puede clasificar como una planta de baja susceptibilidad a la toxicidad por aluminio, requiriendo por lo tanto pequeñas cantidades de cal para su desarrollo (32-33). Esta característica lo convierte en cultivo apto para desarrollarse en los suelos de la Clase III, que poseen precisamente una fertilidad baja y problemas de aluminio (26).

Por considerarlo de interés, transcribimos en la Tabla 1 algunos de los resultados de la investigación realizada por Sánchez (33) respecto a la producción de forraje por varios materiales de caupí, donde se observa mas claramente una de sus características favorables que lo convierten en un excelente cultivo de rotación e incorporación

Tabla 1 Producción de forraje de 8 materiales de caupí en suelos de terraza alta del Pie de Monte Llanero

Nombre del material	Forraje verde <u>2/</u> t/Ha	Forraje seco t/Ha
Línea 301	14,1	3,9
Línea 302	12,7	2,7
ICA Llanura	22,1	5,1
ICA Menegua	14,5	4,1
ICA Cucuana	14,1	3,1
161-V-19	13,6	2,9
Centa 105	15,3	3,0
Línea 76	14,0	2,7

1/ Fertilización constante 1 0 t/Ha de cal, 40-120-40 de
N P₂O₅ - K₂O

2/ Promedio de 4 replicaciones

3 MATERIALES Y METODOS

3 1 LOCALIZACION

El presente estudio se realizó en 1981 en la Estación Experi-

mental La Libertad del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, ubicada en el municipio de Villavicencio, departamento del Meta, y situada a 336 m s n m. Los datos meteorológicos registrados para la estación en referencia comprenden: Temperatura máxima promedio $31,2^{\circ}\text{C}$, temperatura mínima promedio $20,9^{\circ}\text{C}$, temperatura media anual 27°C . La precipitación promedio anual es de 2 200 mm que abarca los meses de abril a noviembre, presentándose normalmente una sequía durante los meses de diciembre a marzo. La humedad relativa promedio anual es del 78%, descendiendo hasta en un 52% en época de verano.

De acuerdo con la fisiografía de la zona, el suelo corresponde a una terraza media que se ubica dentro de la clase agrológica III de la parte planta del departamento del Meta (26). Estos suelos se caracterizan por ser de bien a moderadamente bien drenados y por tener texturas de moderadamente finas a finas. Además, su fertilidad es baja y su reacción fuertemente ácida. Presentan, también serios problemas por el aluminio intercambiable (26). El material parental de estos suelos consiste en sedimentos aluviales ácidos procedentes de las partes altas de la cordillera oriental (26).

El análisis inicial del suelo donde se desarrolló el experimento presenta las características físico-químicas que se incluyen en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis de caracterización inicial del suelo donde se realizó el experimento.

Textura	pH	MO %	P ppm	Miliequivalentes/100 gm de suelo				
				Al	Ca	Mg	K	Na
Ar	4,8	2,0	7,6	2,6	0,7	0,2	0,12	0,06

3 2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Un lote de 1 900 m² se sembró con 80 kg/Ha de caupí de la variedad ICA-Menegua, incorporándose al suelo 60 días después de su germinación, y dejándose un periodo de 30 días para su descomposición, al cabo de los cuales se establecieron dos experimentos con arroz riego de la variedad CICA 8 con una densidad de siembra de 120 kg/Ha cada uno. De esta forma, un lote fue sembrado en el sitio donde creció y se incorporó el caupí, y contiguo a este se sembró un lote con igual área como experimento comparativo. Para ambos experimentos se programaron 16 tratamientos con tres replicaciones, distribuidos en un diseño de bloques al azar (Tabla 3).

Tabla 3 Tratamientos de los lotes de experimentación con el arroz de riego

No trat	N al suelo kg/ha	N al follaje kg/ha	No aplic	Epoca de aplicación DDG*
1	0	0	0	0
2	30	0	3	35-55-75
3	60	0	3	35-55-75
4	90	0	3	35-55-75
5	120	0	3	35-55-75
6	150	0	3	35-55-75
7	180	0	3	35-55-75
8	0	10	4	30-45-60-75
9	0	20	4	30-45-60-75
10	0	40	4	30-45-60-75
11	0	10	5	30-40-50-60-70
12	0	20	5	30-40-50-60-70
13	0	40	5	30-40-50-60-70
14	0	10	6	30-40-50-60-70-80
15	0	20	6	30-40-50-60-70-80
16	0	40	6	30-40-50-60-70-80

* Días después de la germinación

En cada lote se establecieron 48 parcelas de 25 m^2 cada una. La distancia entre bloques y parcelas fue del orden de 1,50 y 2,0 m, respectivamente. Con el fin de efectuar la toma de datos se utilizaron únicamente 16 cm^2 , configuradas como parcela estadística.

3.3 FERTILIZACION VARIABLE

La fertilización variable comprendió la aplicación al suelo y al follaje de urea del 46%, como fuente de nitrógeno. Las aplicaciones al suelo se efectuaron en dosis de 0, 30, 60, 90, 120, 150 y 180 kg/Ha. Cada una de las dosis mencionada se fraccionaron en tres partes iguales, suministrándolas a los 35, 55 y 75 días después de germinado el arroz. Por otra parte, se utilizaron dosis de 10, 20 y 40 kg/Ha de nitrógeno mediante aspersiones al follaje y distribuidas en cuatro, cinco y seis épocas de aplicación (Tabla 3). Para las aplicaciones foliares se empleó una dosis de 400 l/Ha de agua.

3.4 FERTILIZACION CONSTANTE

El lote seleccionado para el establecimiento del caupí recibió el equivalente a 150 kg/Ha de P_2O_5 como calfos del 15%, aplicados al voleo en el momento de la siembra. Posteriormente, y ya establecidos los dos lotes con arroz, estos recibieron el equivalente a 90 kg/Ha de K_2O como KCl del 60% aplicados al voleo, mitad al momento de la siembra en mezcla con el P, donde correspondía, y mitad a los 35 días después de la germinación del cultivo y en mezcla con la primera aplicación de nitrógeno. Únicamente al experimento comparativo se le aplicó el equivalente a 150 kg/Ha de P_2O_5 como calfos del 15%, suministrados al voleo y en el momento de la siembra.

3.5 PRACTICAS CULTURALES

3.5.1 Labores del cultivar caupí

Previo guadañada del lote de experimentación, se llevó a cabo

una arada y dos rastrilladas. Luego de la demarcación respectiva, se procedió a la aplicación de la fertilización previamente establecida, al mismo tiempo que se realizaba manualmente la labor de la siembra, en surcos a 40 cm de distancia.

Después de dos semanas de la germinación del caupí apareció la hormiga arriera (*Atta* spp), convirtiéndose en el único problema de plagas pero, se controló efectivamente mediante la aplicación de aldrín en las bocas de los hormigueros.

Luego de 60 días de la germinación del cultivo se realizaron muestreos en distintos sitios del lote con el propósito de determinar la cantidad de materia verde y seca, producidas por hectárea en raíces, tallos y hojas, y de igual manera para el respectivo análisis foliar por serpado de N, P, K, Ca y Mg. A continuación se procedió a incorporar la leguminosa mediante el empleo del rastrillo californiano a 15 cms de profundidad.

3.5.2 Labores del cultivo del arroz

Un mes después de la incorporación del caupí se realizó en el mismo sitio la siembra de una de los experimentos de arroz, previa rastrillada del terreno. El lote de arroz para establecer el ensayo comparativo se preparó mediante gudañada, arada y dos rastrilladas. La siembra de los dos experimentos se hizo el mismo día, y de igual forma se efectuó la aplicación de la fertilización constante respectiva.

A los 10 días de edad del cultivo se llevó a cabo un control de malezas mediante el uso del herbicida Saturno plus, en dosis de 8.0 l/Ha. Tres días después se procedió a la instalación del riego. Un ataque de cucarro (*Eutheola bidentata*), se controló en forma efectiva a través de un manejo apropiado de la lámina de agua.

Enfermedades causada por *Helminthosporium oryzae* Y *Piricularia oryzae*

fueron controladas plenamente con la mezcla de los productos Dithane M-45 mas Benlate El hongo Rhynchosprium oryzae se controló satisfactoriamente mediante la mezcla de Duter mas Benalte

A los 45 y 90 días de edad del arroz se tomaron muestras de follaje para determinar su contenido de nitrógeno, en cada uno de los experimentos Para tal caso se seleccionaron las denominadas hojas "Y", que corresponden a las mas recientemente formadas (22)

3 6 EVALUACION DE LOS EXPERIMENTOS

Para evaluar el efecto de la rotación e incorporación del caupí y de la fertilización nitrogenada tanto al suelo como al follaje, en los dos experimentos, se procedió a considerar y medir los contenidos de nitrógeno hallados en el follaje del arroz en dos estados de crecimiento, además, se determinó la altura de la planta al momento de la floración, el rendimiento de arroz paddy al 14% de humedad, el porcentaje de vaneamiento, y el peso de 1 000 granos Posteriormente se evaluó la calidad de molinería del arroz con base en su rendimiento e índice de pilada

Finalmente, se efectuó la toma de muestras para los análisis de suelo de las parcelas donde se cosechó el arroz, en ambos experimentos, y que tuvieron los tratamientos 0, 60, 120 y 180 kg/ha de nitrógeno aplicado al suelo

3 6 1 Procesamiento de los datos

Los datos obtenidos de la evaluación de la presente investigación fueron procesados con base en el sistema de computación SAS, con el fin de determinar los promedios, análisis de varianza y pruebas de significancia al 1 y 5% de los tratamientos con respecto a los sistemas arroz solo y caupí-arroz, de acuerdo con los resultados de las variables Altura de la planta de arroz al momento de la floración, porcentaje de

vaneamiento, peso de 1 000 granos, contenido de nitrógeno hallado a los 45 y 90 días en el follaje del arroz, rendimiento de grano, y rendimiento e índice de pilada

4 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 CARACTERIZACION DE LOS SUELOS

Según los análisis presentados en la Tabla 4, los suelos donde se realizaron los experimentos presentan una estructura arcillosa, un contenido de P muy bajo, y además de ser extremadamente ácidos, son pobres en K y materia orgánica. Como se observa, estas características de baja fertilidad y, agregando los problemas que se presentan por el aluminio intercambiable, corresponden en realidad a los suelos de la clase III, en donde dada su facilidad de riego por gravedad se puede establecer en ellos el cultivo del arroz con lámina de agua (26)

Tabla 4 Resultados de los análisis de caracterización de los suelos donde se realizaron los experimentos antes y después de la siembra

CLASE MUESTRA	TEXTURA PURA	pH	M O %	P Bray ppm	Al	Ca	Mg	K	Na
Meq /100 g de suelo									
Inicial	Ar	4,8	2,0	7,6	2,6	0,7	0,2	0,12	0,06
Arroz solo	Ar	4,7	2,0	11,5	1,4	1,6	0,2	0,13	0,06
Caupí arroz	Ar	4,7	2,0	11,2	1,4	1,4	0,2	0,12	0,06

4.2 EFECTO DE LA INCORPORACION DEL CAUPI EN LA MATERIA ORGANICA DEL SUELO

El promedio de 4 muestreos hechos al caupí mostraron que se incorporaron al suelo 3 048 kg/Ha de forraje seco (Tabla 5). Pero, de acuerdo con los análisis de caracterización, no se presentó incremento alguno en el contenido de materia orgánica del suelo, lo que indicaría la ausencia del efecto residual luego de cosechado el arroz.

Tabla 5 Cantidad de materia verde y seca producidas por el caupí a los 60 días de su germinación ^{1/}

Tipo de material	Materia verde (kg/Ha)	Materia seca (kg/Ha)
Follaje	6 286	1 044
Tallos	8 809	1 618
Raíces	1 402	386
TOTAL	16 500	3 048

^{1/} Promedio de 4 replicaciones

Lo anterior se podría explicar por una rápida tasa de descomposición de la materia orgánica provocada por las temperaturas altas y lluvias abundantes, como es característica de los suelos del trópico (35). Estos resultados concuerdan con los obtenidos de estudios realizados en Suráfrica y la India, donde se observó una gran rapidez de descomposición de la materia orgánica (3,44). Además, Whyte y colaboradores (44) no observaron incrementos en la materia orgánica del suelo ni aún en los casos en que se enterró una leguminosa en programas largos de rotaciones.

Por otra parte, y coincidiendo también con los resultados obtenidos en el presente estudio, Angladette (3) señala que los abonos verdes son de acción rápida, dado que su relación C/N se establece entre 10 y 15, siendo la parte foliar descompuesta rápidamente en 4 a 5 semanas, si

existe suficiente humedad en el suelo. En este sentido, Pieters (27) indica que normalmente la descomposición mas rápida de este tipo de abono orgánico ocurre en el follaje seguido de tallos y raíces, en ese orden. Todo parece indicar que la acumulación de materia orgánica solo se presenta en regiones con altitudes de 1 800 a 2 700 metros (44)

Según los resultados obtenidos aquí, y de acuerdo con otros autores, se estima que los abonos verdes bajo las condiciones del trópico húmedo no constituye factor de importancia para incrementar la materia orgánica. En el mejor de los casos, tal como lo afirma Sánchez (35), los abonos verdes solo resultan efectivos para el cultivo siguiente en un sistema de rotación.

4.3 CONTENIDO DE ALGUNOS ELEMENTOS EN EL FORRAJE DEL CAUPI

Los resultados de los análisis hechos al caupí y de acuerdo con la cantidad de forraje seco incorporado, permiten apreciar que fue considerable el suministro de nitrógeno al suelo, es decir, 206,9 kg/Ha (Tabla 6). Y no solamente se añadió tal elemento, sino que también fueron notables los aportes de potasio 105,1 kg/ha y calcio 84,7 kg/Ha (Tabla 6), que posiblemente ayudaron a mejorar la fertilidad del suelo.

Tabla 6 Contenido de algunos elementos en el forraje del caupí a 60 días de su germinación

Elemento analizado	Cantidad			Total	Cantidad aportada al suelo kg/Ha <u>1/</u>
	Follaje	Tallos	Raíces		
Nitrógeno	3,60	1,95	1,24	6,79	206,9
Fósforo	0,27	0,17	0,18	0,62	18,9
Potasio	1,70	0,85	0,90	3,45	105,1
Calcio	1,58	0,70	0,50	2,78	84,7
Magnesio	0,18	0,11	0,14	0,43	13,1

1/ Con base en 3 048 kg/ha de forraje seco incorporado y con promedio de 4 replicaciones

El contenido de 6.79% de nitrógeno en el forraje del caupí y las cantidades importantes de K y Ca, muestran a esta leguminosa como un excelente abono verde y muy útil para emplearse como cultivo de rotación.

Es justo mencionar la probable cantidad de nitrógeno que pudo haber fijado simbióticamente la leguminosa, ya que presentó una buena formación de nódulos, lo que vendría a confirmar los conceptos de Alexander (2) sobre cantidades importantes que del elemento fija el caupí.

De lo anteriormente anotado, se comprende el por qué muchos investigadores están recomendando el empleo de las leguminosas en programa agrícolas, especialmente con aquellos que involucran gramíneas, con el fin de disminuir los costos causados por los precios elevados del fertilizante nitrogenado, y para restaurar las condiciones de una adecuada fertilidad de los suelos, agotadas por manejos inapropiados (8, 21, 27, 42, 44).

4.4 EFECTOS DE LA ROTACION E INCORPORACION DEL CAUPI Y DEL NITROGENO APLICADO AL SUELO EN EL CULTIVO DEL ARROZ RIEGO CICA8

4.4.1 Efecto sobre la altura de la planta

Al analizar la variable altura de planta en la presente investigación, se concluye que no se produjo efecto significativo por la rotación e incorporación del caupí en interacción con el nitrógeno (Tabla 7).

Sin embargo, se nota en los sistemas en estudio, un aumento gradual de la altura de la planta de arroz a medida que se incrementa la cantidad de fertilizante nitrogenado. Así, se observa como del testigo sin fertilizar hasta los tratamientos con 60, 120 y 180 kg/ha de nitrógeno, la altura se aumentó en 24.1, 27.3 y 31.1%, respectivamente y para ambos sistemas en promedio. Al respecto, se muestra una vez más el mayor desarrollo del arroz con el suministro de altas cantidades de nitrógeno (36).

Tabla 7 Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al suelo sobre la altura de planta y el % de vaneamiento del arroz riego Cica 8 1/

Dosis N kg/ha	Altura de la planta (cm)		Vaneamiento %	
	Arroz-solo	Caupí-Arroz	Arroz-solo	Caupí-Arroz
0	56,7 e <u>2/</u>	56,7 e <u>2/</u>	8,6 abc <u>2/</u>	5,2 abcd <u>2/</u>
30	68,3 c	68,9 c	9,5 a	5,3 abcd
60	74,4 b	75,0 b	5,3 abcd	5,5 abcd
90	75,1 b	75,3 b	8,9 a	5,3 abcd
120	78,1 ab	77,9 ab	8,4 abcd	4,0 cd
150	79,4 ab	78,9 ab	6,4 ab	5,3 abcd
180	82,4 a	82,2 a	6,7 abcd	7,2 abcd
X General	67,6 a	67,6 a	7,5 a	5,8 b

1/ Promedio de 3 replicaciones

2/ Tratamientos con letras en común no son significativamente diferentes al nivel del 5%

4 4 2 Efecto sobre el porcentaje de vaneamiento

Al estudiar el porcentaje de vaneamiento de los dos sistemas de arroz involucrados en el presente trabajo, se precia que el sistema caupí-arroz ocasionó efectos significativos, así, el promedio general mostró reducciones del vaneamiento hasta en un 22,6% (Tabla 7)

Comprando los mismo tratamientos en ambos sistemas, se observó, casi en todos los casos, un porcentaje de vaneamiento inferior en el experimento que incluyó la leguminosa. Aunque, en general, no se presentaron diferencias significativas dentro de los tratamientos en cada uno de los sistemas, así alcanzó a notarse que con la dosis de 120 kg/ha de nitrógeno

hubo el menor porcentaje de vaneamiento, en el sistema caupí-arroz

Es probable que el menor porcentaje de vaneamiento en el sistema caupí-arroz se deba a un continuo y adecuado suministro de nitrógeno por la acción de la leguminosa y su uso efectivo por parte del arroz, si se tiene en cuenta que aportes de este elemento en estados avanzados de crecimiento del cultivo proporcionan un mejor desarrollo y maduración del grano (20)

4 4 3 Efecto sobre el peso de 1 000 granos

Según los resultados obtenidos para la variable en referencia la rotación e incorporación del caupí no ocasionó diferencias significativas en el peso de 1 000 granos (Tabla 8)

Tabla 8 Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al suelo sobre el peso de 1 000 granos del arroz riego Cica 8 1/

Dosis N (kg/ha)	<u>Arroz-solo</u> (g)	<u>Caupí-Arroz</u> (g)
	<u>2/</u>	<u>2/</u>
0	24, 1 bc	23,5 ef
30	24,1 bc	23,7 de
60	24,4 ab	24,2 ab
90	24,5 ab	24,5 ab
120	24,9 ab	24,4 ab
150	25,0 a	24,4 ab
180	24,2 ab	24,9 ab
X General	24,0 a	23,9 a

1/ Promedio de 3 replicaciones

2/ Tratamientos con letras en común no son significativamente diferentes al nivel del 5%

El nitrógeno en ninguna de sus formas de aplicación afectó el peso de 1 000 granos. Por tanto, habría que considerar la acción contraproducente de factores como temperatura, humedad y enfermedades que probablemente hayan podido afectar el peso del grano.

4 4 4 Efecto sobre el contenido de nitrógeno en el follaje

La rotación e incorporación del caupí y el nitrógeno influyeron significativamente sobre el contenido de nitrógeno hallado en el follaje del arroz, en los dos estados de crecimiento (Tabla 9)

Tabla 9 Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al suelo sobre el contenido de N en el follaje del arroz riego CICA-8 en dos estados de crecimiento 1/

Dosis N (Kg/Ha)	% N 45 días		% N 90 días	
	Arroz-solo	Caupí-Arroz	Arroz-solo	Caupí-Arroz
0	1,6 cd <u>2/</u>	1,9 abcd <u>2/</u>	1,16 <u>2/</u>	1,93 bcdefgh <u>2/</u>
30	1,9 abcd	2,1 abcd	1,33 h ₁	2,13 abcdefg
60	1,8 abcd	2,6 abc	1,70 cdefgh ₁	2,36 abcd
90	2,2 abcd	2,6 abc	1,63 defgh ₁	2,46 abc
120	2,5 abcd	2,4 abcd	1,70 cdefgh ₁	2,40 abcd
150	2,1 abcd	2,8 a	2,23 abcdefg	2,60 ab
180	2,1 abcd	2,5 abcd	2,26 abcdef	2,70 a
$\bar{X}$ General	1,97 b	2,32 a	1,70 b	2,30 a

1/ Promedio de 3 replicaciones

2/ Tratamientos con letras en común no son significativamente diferentes al nivel del 5%

El contenido de nitrógeno, en el promedio general, fue de 1,97 y 2,32% para los sistemas arroz-solo y caupí-arroz, respectivamente. De lo anterior, se desprende que hubo un incremento de 15,08% en el contenido de dicho elemento por la influencia de la leguminosa, cuando se analizaron los datos obtenidos a los 45 días de edad del cultivo del arroz.

De igual manera, un incremento más amplio fue obtenido a los 90 días de edad del arroz, es decir, un 26,08% en el contenido de nitrógeno gracias a la acción positiva de caupí. Por otra parte, el contenido de nitrógeno en el sistema que incluyó la leguminosa permaneció casi constante, al comparar los dos estados de crecimiento del arroz, lo que estaría sugiriendo un aporte efectivo y constante del elemento por parte del caupí.

Al estudiar el contenido de nitrógeno del tratamiento que no tuvo fertilización nitrogenada, se encontró que fue siempre superior en el sistema caupí-arroz, en los dos estados de crecimiento del cultivo, al confrontarlo con el obtenido en el sistema comparativo.

Lo anotado anteriormente, permite concluir que el contenido de nitrógeno, no decreció durante el crecimiento del arroz como se reporta normalmente (4), hecho que sí ocurrió en el sistema que no incluyó el caupí. Además fue notorio el aumento gradual de la concentración del elemento en estudio, hasta cierto nivel, a medida que se elevó la dosis del fertilizante.

Queda evidenciada así, la acción efectiva del caupí en el buen suministro de nitrógeno durante los diferentes estados de crecimiento del arroz, lo que además confirmaría la disminución del porcentaje de vaneamiento. Desde luego, por este medio no se suministra todo el nitrógeno requerido para el máximo desarrollo del arroz (8).

Finalmente, conviene mencionar que la concentración de nitrógeno hallada

en los dos estados de crecimiento del arroz se ubica dentro de los rangos señalados por otros autores, por ejemplo, 2,5% para macollamiento, según Tanaka y Yoshida citados por Sánchez (35), y 2,12 y 1,52% a los 30 y 90 días, respectivamente, de acuerdo con estudios realizados para la variedad Cica 8 (17)

4 4 5 Efecto sobre el rendimiento de grano

El rendimiento de grano del arroz Cica 8 fue afectado significativamente por la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno según se desprende de los resultados obtenidos y que se incluyen en la Tabla 10. A través de todos los tratamientos se establecen comparativamente, mejores rendimientos en el sistema caupí-arroz, al mismo tiempo que se observa un aumento progresivo de esta variable a medida que se elevaron las dosis de nitrógeno, en ambos sistemas.

Tabla 10 Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al suelo sobre el rendimiento de grano del arroz riego Cica 8 1/

Dosis de N (kg/ha)	Arroz-solo (kg/Ha)	Caupí-Arroz (kg/Ha)
0	1 875 <u>1/2/</u>	2,250 jkl <u>2/</u>
30	3 498 cdef	3 786 cd
60	4 162 bc	4 523 b
90	4 060 bc	4 523 b
120	5 239 a	5 560 a
150	5 374 a	5 705 a
180	5 325 a	5 656 a
X General	3,334 b	3 696 a

1/ Promedio de 3 replicaciones

2/ Tratamientos con letras en común no son significativamente diferentes al nivel del 5%

Los resultados muestran por ejemplo, un rendimiento de grano superior en 375 kg/ha del tratamiento sin fertilizar en el sistema caupí-arroz, sobre su similar en el sistema comparativo, lo que en porcentaje significa un 16,6% de incremento. Como se observa en los demás tratamientos, las diferencias se van incrementando siempre a favor del sistema que adiciona la leguminosa, hasta encontrar la máxima 463 kg/Ha cuando se agregó al suelo una dosis de 90 kg/ha de nitrógeno.

Si se tiene en cuenta que la dosis económica de nitrógeno recomendada para los suelos de la Clase III, oscila entre 60 y 120 kg/ha para el arroz riego (26), se aprecia según los resultados obtenidos en el presente estudio, que para tales dosis los incrementos en el rendimiento de grano fueron de 7,98 y 5,77% respectivamente, y de 10,23% utilizando una cantidad intermedia de 90 kg/Ha del fertilizante nitrogenado. Estos aumentos, producidos gracias al efecto positivo del caupí, estimulan para que de posteriores investigaciones se deduzca con más propiedad la cantidad equivalente de nitrógeno aportado por la leguminosa en relación con el que suministra el fertilizante, de tal manera, que sea posible su utilización en la obtención de mejores beneficios en la economía del nitrógeno en el arroz. Añadiendo la necesidad plenamente demostrada de rotar el arroz que se cultiva en los suelos de la Clase III.

En conclusión, los resultados indican un aumento del 7,72% en el rendimiento de grano debido al efecto de la rotación e incorporación del caupí, al analizar los tratamientos aplicados al suelo. Este resultado mantiene la misma tendencia del promedio general, cuando se comparan los dos sistemas en estudio.

El incremento anteriormente señalado es satisfactorio en virtud a que apenas es la primera rotación, que no se inoculó el caupí y que solamente se incorporaron al suelo 3 048 kg/Ha de forraje seco. Por lo tanto, el resultado es halagador al considerar que en la India a través de extensos programas de rotaciones y con los abonos verdes, se ha logra-

do incrementos en el rendimiento del arroz hasta en un 15,5% en suelos agrícolas, y de 22,17% en suelo alcalinos húmedos, mediante el empleo de Crotolaria juncea y Vigna sinensis (3)

Otras experiencias, también en la India, muestran al arroz respondiendo positivamente a la aplicación de abonos verde en interacción con los fertilizantes, en tal caso, se han obtenido incrementos en el rendimiento de 100 a 450 kg/ha (23) Para el mismo cultivo, Takahashi (41), menciona que con Astragalus sinicus, en el Japón, se suplieron de 80 a 160 kg/ha de nitrógeno Parece ser que los abonos verdes en combinación con los fertilizantes nitrogenados y fosfóricos, muestran mejores resultados que cuando estos son aplicados separadamente (23) Estos datos y conceptos coinciden con las deducciones que se derivan de los resultados del presente estudio

En la figura 1 se destaca la tendencia del arroz a incrementar su rendimiento cuando aumentan los contenidos de nitrógeno en el follaje, Este caso es confirmado por resultados de investigaciones en arroz, en los que se concluyó que, la aplicación de nitrógeno al suelo se tradujo en un aumento del contenido de nitrógeno en la hoja, y en consecuencia, en aumento de los rendimientos (11) Es justo mencionar, además que el buen aporte de nitrógeno al desarrollo del cultivo posiblemente ocasionó un menor porcentaje de vaneamiento en el sistema caupí-arroz, y de ahí sus mejores rendimientos en todos los tratamientos

Finalmente, la variedad de arroz Cica 8 mostró como era de esperarse, una respuesta positiva y significativa a la aplicación de nitrógeno en dosis hasta de 120 y 150 kg/Ha, lo cual es normal para esta variedad, pues se ha encontrado que la ausencia absoluta de dicho elemento puede afectar su rendimiento en un 40% (17) Dentro del desarrollo del experimento, la alta respuesta al nitrógeno se explica también por el bajo contenido de materia orgánica de los suelos utilizados (Tabla 4)

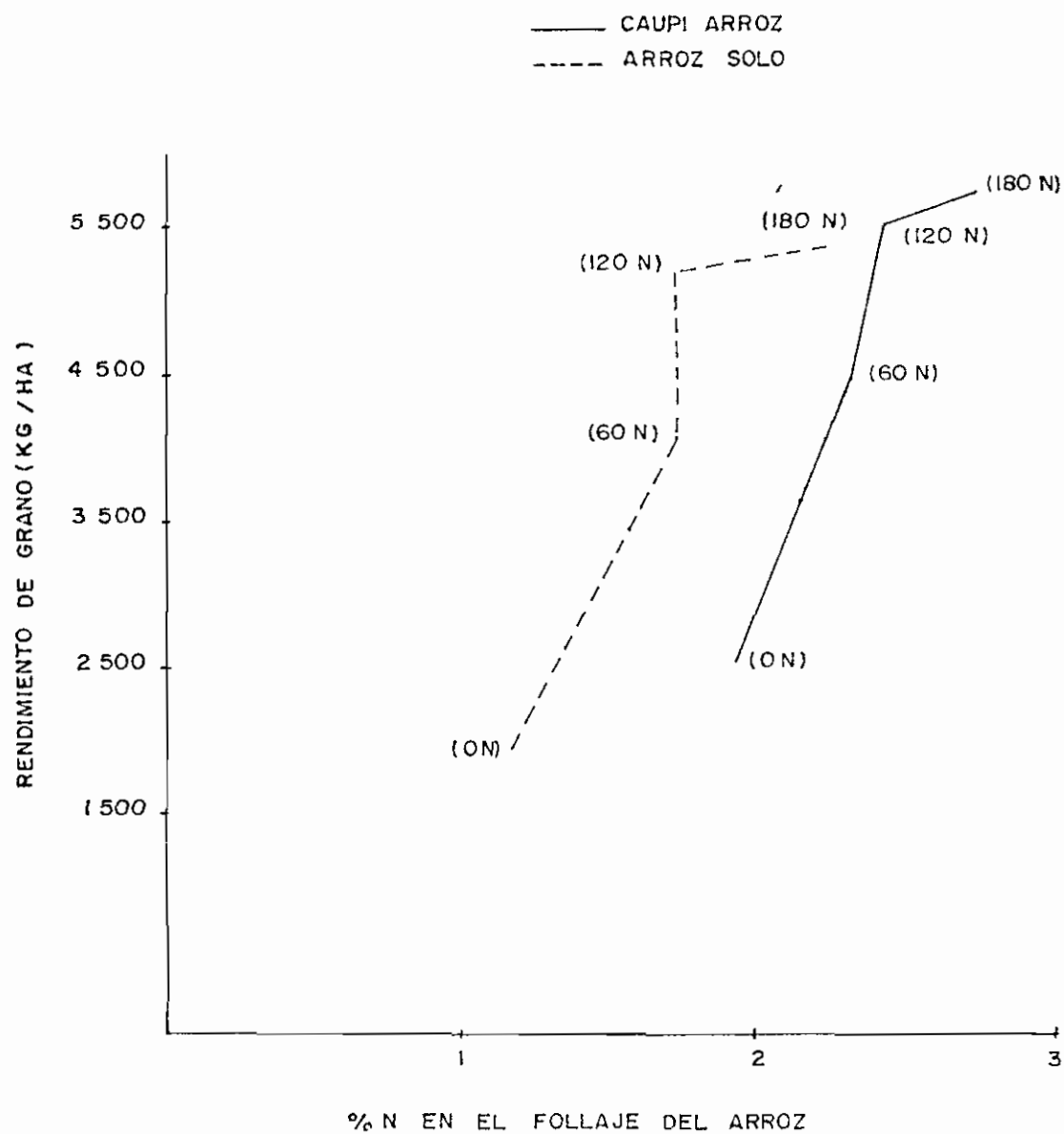


FIGURA 1 RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE N HALLADO A LOS 90 DIAS EN EL ARROZ RIEGO CICA B Y SU RENDIMIENTO EN LOS SISTEMAS ARROZ SOLO Y CAUPI-ARROZ

4 4 6 Efecto sobre el rendimiento e índice de pilada

Los datos obtenidos del rendimiento de pilada (Tabla 11), permiten concluir que el arroz respondió significativamente por la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al suelo

Los resultados de los tratamientos referentes a la calidad de molinería se incluyen en la Tabla 11. Al observar los distintos tratamientos, es evidente que el sistema arroz-solo posee el porcentaje mas bajo de pilada 64,8%, con una dosis de 120 kg/Ha de nitrógeno. Pero en general, no existen diferencias apreciables dentro de los demás tratamientos

Tabla 11 Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al suelo sobre el rendimiento e índice de pilada del arroz riego Cica 8 1/

Dosis de N (kg/ha)	Rendimiento de pilada (%)		Índice de pilada (%)	
	Arroz-solo	Caupí-Arroz	Arroz-solo	Caupí-Arroz
	<u>2/</u>	<u>2/</u>	<u>2/</u>	<u>2/</u>
0	69,6 bc	69,6 bc	63,3 def	63,3 def
30	70,2 abc	69,7 bc	62,0 fg	65,0 bc
60	70,1 abc	70,4 abc	63,7 cdef	67,5 a
90	70,6 abc	69,4 c	64,6 bcd	60,5 h
120	64,8 d	69,5 bc	62,4 efg	60,2 h
150	70,7 abc	69,6 bc	64,0 bcde	60,5 h
180	69,9 bc	70,9 ab	64,0 bcde	63,7 def
X General	69,1 b	69,9 a	63,0 a	63,0 a

1/ Promedio de 3 repeticiones

2/ Tratamientos con letras en común no son significativamente diferentes al nivel del 5%

Comparando los dos sistemas en estudio se apreció diferencia significativa a favor del experimento que se condujo con la leguminosa, obteniéndose en tal caso un incremento de 1,14% de acuerdo con el promedio general, cifra aparentemente irrisoria pero significativa en el análisis estadístico

El rendimiento de pilada fue afectado favorablemente cuando al desarrollo del arroz se adicionó el beneficio de la leguminosa, no ocurriendo así con el índice de pilada Sin embargo, ambos datos corresponden a los ya reportados para la variedad CICA 8 en pruebas regionales realizadas bajo condiciones de riego (9) Por último, se agrega que la calidad de molinería depende principalmente de la variedad y de la acción de factores como la humedad y enfermedades que hayan podido afectar al grano

4 5 EFECTOS DE LA ROTACION E INCORPORACION DEL CAUPI Y DEL NITROGENO APLICADO AL FOLLAJE EN EL CULTIVO DEL ARROZ RIEGO CICA 8

4 5 1 Efecto sobre la altura de la planta

De acuerdo con los datos obtenidos de la altura de la planta de arroz (Tabla 12), se estima que, siguiendo la misma línea de comportamiento de los resultados anotados en el capítulo anterior, existió un aumento gradual cada vez que se elevaron las dosis de nitrógeno aplicado al follaje

Tabla 12 Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al follaje sobre la altura y el porcentaje de vaneamiento del arroz riego CICA 8 1/

Dosis de N (kg/Ha)	Nº Aplicac foliares	Altura de la planta (cm)		Vaneamiento (%)	
		Arroz-solo	Caupí-Arroz	Arroz-solo	Caupí-Arroz
		<u>2/</u>	<u>2/</u>	<u>2/</u>	<u>2/</u>
0	0	56,7 e	56,7 e	8,6 abc	5,2 abcd
10	4	60,7 de	61,1 de	6,0 abcd	6,0 abcd
20	4	62,6 cde	64,3 cd	7,1 abcd	6,2 abcd
40	4	63,7 cd	63,2 cd	9,6 a	3,7 d
10	5	61,2 de	59,1 de	8,7 abc	5,8 abcd
20	5	60,5 de	59,7 de	8,5 abc	8,6 abc
40	5	65,1 cd	65,7 cd	6,0 abcd	4,2 bcd
10	6	63,0 cde	63,4 cd	6,7 abcd	9,0 a
20	6	64,8 cd	65,3 cd	6,2 abcd	7,1 abcd
40	6	65,7 cd	65,3 cd	7,6 abcd	5,3 abcd
$\bar{X}$ General		67,6 a	67,6 a	7,5 a	5,8 b

1/ Promedio de 3 replicaciones

2/ Tratamientos con letras en común no son significativamente diferentes al nivel del 5%

Los dos últimos sistemas en estudio no fueron afectados significativamente por las distintas dosis y épocas en que se aplicó el fertilizante nitrogenado. Al estudiar los tratamientos de ambos experimentos y tomando los promedios generales para 4,5 y 6 aplicaciones, se apreció que a partir de la altura

hallada donde no se fertilizó, esta se incrementó, respectivamente hasta en 9,0 , 8,9 y 12,1% en el sistema arroz-solo, y 9,8, 7,8 y 12,3% en el sistema caupí-arroz

Por lo anteriormente anotado, se deduce que hubo una mejor respuesta del arroz cuando el nitrógeno se distribuyó en 6 épocas. Además, tal como se expresó en renglones anteriores, a cantidades mayores de nitrógeno correspondieron alturas superiores, lo que confirma también aquí la excelente respuesta del arroz. Cíca 8 al alto suministro del mencionado elemento (17)

4 5 2 Efecto sobre el porcentaje de vaneamiento

El vaneamiento fue influenciado positivamente por el efecto provocado por el caupí y el nitrógeno aplicado foliarmente. Al respecto, los resultados consignados en la Tabla 12, permiten deducir promedios que siguieron el mismo patrón de comportamiento del promedio general,, al comparar los sistemas arroz-solo y caupí-arroz

Confrontando los distintos tratamientos de cada uno de los sistemas, se aprecia casi siempre, porcentajes de vaneamiento mas reducidos en aquel que involucra la leguminosa. Especialmente, se destaca un 3,7% cuando se utilizó la mayor dosis de nitrógeno distribuido en 4 épocas de aplicación, en el sistema caupí-arroz (Tabla 12)

En todo caso, el resultado general muestra un menor vaneamiento del arroz en el sistema que agrega el caupí. Lo que podría corresponder a una mejor reserva de nitrógeno en la planta de arroz por el suministro adicional que aportó la leguminosa, si se tiene en cuenta que la mayor parte de este elemento se halla en las hojas, pero al llegar la madurez, alrededor de dos tercios del total están en el grano (1), lo que contribuiría a su mejor formación, y en consecuencia a un reducido porcentaje de vaneamiento

4 5 3 Efecto sobre el peso de 1 000 granos

El peso de mil granos fue otra variable establecida con el propósito de determinar la posible influencia de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno suministrado al follaje del arroz. Sin embargo, al estudiar los resultados obtenidos, no se presentaron diferencias significativas al comparar los sistemas de la presente investigación (Tabla 13)

Tabla 13 Efecto de la rotación e incorporación del caupí y el nitrógeno aplicado al follaje sobre el peso de 1 000 granos del arroz riego Cica 8 1/

Dosis de N (kg/ha)	Nº de aplicaciones foliares	Arroz-solo (g)	Caupí-Arroz (g)
0	0	24,1 bcdefg <u>2/</u>	23,5 efgh <u>2/</u>
10	4	23,6 defgh	23,7 defgh
20	4	23,4 fgh	23,6 efgh
40	4	23,9 defgh	24,2 abcdef
10	5	23,2 h	23,8 defgh
20	5	23,6 defgh	23,3 gh
40	5	23,4 fgh	23,4 fgh
10	6	23,8 defgh	23,5 fgh
20	6	23,8 defgh	23,9 defgh
40	6	24,0 cdefgh	24,1 bcdefg
$\bar{X}$ General		24,0 a	23,9 a

1/ Promedio de 3 replicaciones

2/ Tratamientos con letras en común no son significativamente diferentes al nivel del 5%

Nuevamente habría que considerar los posibles efectos adversos de las enfermedades que hayan podido afectar al grano y las condiciones de humedad, en igual forma

4 5 4 Efecto sobre el contenido de nitrógeno en el follaje

Al examinar los resultados obtenidos en la presente investigación, el contenido de nitrógeno en el follaje del arroz constituyó la evidencia más clara del efecto significativo provocado por la rotación e incorporación del caupí (Tabla 14)

Tabla 14 Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al forraje sobre el contenido foliar en el arroz riego CICA 8 en dos estados de crecimiento 1/

Dosis de N (kg/Ha)	Nº Aplicac foliares	% de N 45 días		% de N 90 días	
		Arroz-solo	Caupí-Arroz	Arroz solo	Caupí-Arroz
		<u>2/</u>	<u>2/</u>	<u>2/</u>	<u>2/</u>
0	0	1,6 abcd	2,1 abcd	1,16 ı	1,93 abcdefg
10	4	1,9 abcd	2,7 ab	1,50 fghı	2,46 abc
20	4	1,8 abcd	1,9 abcd	1,70 cdfghı	2,40 abcd
40	4	1,8 abcd	2,5 abcd	2,13 abcdefg	2,16 abcdefg
10	5	1,6 cd	1,9 abcd	1,50 fghı	1,83 bcdefghı
20	5	2,0 abcd	2,5 abcd	1,53 efghı	2,30 abcd
40	5	2,3 abcd	2,1 abcd	1,46 ghı	2,0 abcdefgh
10	6	1,8 abcd	2,4 abcd	1,63 defghı	2,33 abcde
20	6	1,8 abcd	1,5 d	1,80 cdefghı	2,30 abcd
40	6	1,9 abcd	2,2 abcd	1,90 bcdefghı	2,26 abcdef
$\bar{X}$ General		1,97 b	2,32 a	1,70 b	2,30 a

1/ Promedio de 3 replicaciones

2/ Tratamientos con letras en común no son significativamente diferentes al nivel del 5%

No se determinan diferencias significativas al estudiar las diferentes épocas de aplicación del nitrógeno, en los sistemas involucrados en el presente trabajo. Para las dos edades del cultivo, el contenido de nitrógeno tiende a disminuir con la dosis mas baja del fertilizante en 5 épocas de aplicación, en ambos sistemas (Tabla 14). Este caso estaría sugiriendo que el nitrógeno es rápidamente absorbido durante estados tempranos de crecimiento (28), y que se produce una mayor demanda a medida que avanza la formación del primordio floral. Exigencias estas que satisface mucho mejor el sistema caupí-arroz.

En general, el contenido promedio de nitrógeno en las distintas dosis y épocas de aplicación del fertilizante, siempre es superior en el sistema caupí-arroz, en los dos estados de crecimiento del arroz. Apreciándose que la situación es mas crítica en el sistema comparativo, ya que la concentración del elemento decrece considerablemente a medida que avanza el desarrollo del cultivo, mientras que en el que incluye la leguminosa, el nitrógeno casi mantiene su nivel al comprar las dos edades del arroz (Tabla 14). Hecho que se manifiesta, gracias a la influencia positiva del caupí, y que determina reducidos porcentajes de vaneamiento, y por tanto, mejores rendimientos.

4.5.5 Efecto sobre el rendimiento de grano

La rotación e incorporación del caupí y la aplicación del nitrógeno al follaje del arroz incrementaron significativamente el rendimiento de grano (Tabla 15).

Los mejores rendimientos de grano se produjeron cuando el cultivo del arroz recibió los mayores aportes de nitrógeno, cualquiera que haya sido su número de aplicaciones. Aunque se destaca que producciones superiores se obtuvieron al distribuir el fertilizante en 6 épocas de aplicación, por ejemplo, 3 197 y 3 606 kg/Ha en los sistemas arroz-solo y caupí-arroz, respectivamente, que corresponden a la mas alta dosis del fertilizante aplicado foliarmente. Estos datos se ajustan

Tabla 15 Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al follaje son el rendimiento de grano del arroz riego Cica 8 1/

Dosis de N (kg/ha)	Nº aplicaciones foliares	Arroz-solo (kg/Ha)	Caupí-Arroz (kg/Ha)
0	0	1 875 <u>1</u> <u>2/</u>	2 250 jkl <u>2/</u>
10	4	2 376 ijkl	2 797 fghijk
20	4	2 685 ghijk	3 026 efghi
40	4	2 979 efghij	3 333 defg
10	5	2 542 hijkl	3 004 efghij
20	5	2 141 lk	2 595 ghijkl
40	5	2 655 ghijk	3 005 efghij
10	6	2 658 ghijk	2 825 fghijk
20	6	2 664 ghijk	2 941 efghij
40	6	3 197 defgh	3 606 cde
$\bar{X}$ General		3 334 b	3 696 a

1/ Promedio de 3 replicaciones

2/ Tratamientos con letras en común no son significativamente diferentes al nivel del 5%

a estudios nutricionales del arroz que señalan mayores porcentajes de absorción de nitrógeno a medida que avanza su maduración (7), lo que indicaría un aprovechamiento efectivo de la cantidad del elemento que aporta el caupí, que incidiría en la obtención de mejores rendimientos

Desde luego, no sería recomendable hacer uso de tal número de aplicaciones del fertilizante nitrogenado al cultivo del arroz dado que los

costos de producción se elevarían notoriamente Sin embargo, se muestra como el arroz necesita en estados de crecimiento avanzados, de buenas y adecuadas cantidades del elemento en mención, por lo que se debe recurrir a prácticas agronómicas apropiadas que permitan su mejor aprovechamiento, tales como selección de la fuente, dosis, época de aplicación y manejo del cultivo en general

Al confrontar los rendimientos obtenidos de los sistemas en estudio, aquel que adiciona la leguminosa aventaja al comparativo en 370 kg/ha, es decir un incremento de 12,6% en el promedio deducido de todos los tratamientos hechos al follaje Pero en forma general, la producción de grano es inferior con la fertilización foliar, lo cual confirma una vez mas su función de suplemento de la que se hace al suelo (12,19)

Comparando los rendimientos cuando el nitrógeno se aplicó al suelo y al follaje, se observa mayor efectividad del nitrógeno suministrando al suelo, lo que sumado al mas bajo costo (aplicación al suelo vs aplicación aérea), indica que la fertilización nitrogenada en el cultivo del arroz debe hacerse al suelo

De acuerdo con el promedio general obtenido, se concluye que el rendimiento de grano se incrementó en un 9,8% debido al efecto positivo de la rotación e incorporación del caupí De esta manera, esta leguminosa se convierte en un excelente cultivo para ser implantado en los suelos de la Clase agrológica III bajo sistemas de rotación junto con el arroz, posiblemente con mejores resultados si se utiliza abono verde en interacción con la fertilización inorgánica

4 5 6 Efecto sobre el rendimiento e índice de pilada

Excelente rendimiento de arroz blanco fue obtenido cuando el nitrógeno se aplicó en dosis de 40 kg/ha a través de 5 épocas, en los dos sistemas en estudio, pero con un mejor porcentaje en aquel que incluyó el caupí, 71,5 (Tabla 16)

Tabla 16 Efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno aplicado al follaje sobre el rendimiento e índice de pilada del arroz riego CICA-8 1/

Dosis de N (Kg/Ha)	Nº aplicaciones	Rendimiento de Pilada %		Índice de Pilada %	
		Arroz-solo	Caupí-Arroz	Arroz-solo	Caupí-Arroz
0	0	69,6 bc <u>2/</u>	69,6 bc <u>2/</u>	63,3 cdef ^{2/}	63,3 cdef ^{2/}
10	4	70,6 abc	70,1 abc	65,0 abc	65,0 bc
20	4	70,1 abc	69,9 bc	62,3 fg	63,7 cdef
40	4	69,3 c	69,8 bc	61,0 gh	63,5 cdef
10	5	69,7 bc	69,7 bc	62,3 fg	59,9 h
20	5	65,5 d	69,7 bc	60,0 h	63,0 def
40	5	70,7 abc	71,5 a	64,5 bcd	65,4 b
10	6	70,0 bc	69,8 bc	63,4 cdef	62,5 efg
20	6	65,6 d	69,5 bc	61,3 gh	62,1 fg
40	6	69,2 c	69,5 bc	64,3 bcd	63,1 def
$\bar{X}$ General		69,1 b	69,9 a	63,0 a	63,0 a

1/ Promedio de 3 replicaciones

2/ Tratamientos con letras en común no son significativamente diferentes al nivel del 5%

Es probable que el resultado así obtenido, corresponda a un suministro adecuado y permanente de nitrógeno al arroz como consecuencia del manejo dado al caupí, pues se tiene entendido que su deficiencia puede disminuir el número de panículas y el número de granos por panícula. (28)

Mientras tanto, el índice de pilada no se alteró significativamente al comparar los sistemas en el presente estudio, pero al analizar las di-

ferentes dosis y épocas de aplicación del nitrógeno, se destaca un mejor resultado, 65,4% con 40 kg/Ha del fertilizante distribuido en 5 aplicaciones dentro del sistema caupí-arroz, en iguales circunstancias se obtuvo un 64,5% en el sistema comparativo

En general, los datos obtenidos para el rendimiento e índice de pilada se ajustan a los ya mostrados para la variedad CICA-8, es decir, 70 y 65%, respectivamente (9)

Indudablemente, fue positiva la acción de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno ya que el arroz mostró un incremento significativo en el rendimiento de pilada, al establecer el promedio parcial de las aplicaciones dirigidas al follaje, que como se observa continúa la misma tendencia del resultado general

5 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que el caupí se adaptó satisfactoriamente a los suelos de la Clase III, que se caracterizan por presentar serios inconvenientes por su baja fertilidad y por el aluminio intercambiable, aunque muestran grandes facilidades para implantarse en ellos el riego por gravedad. Sin embargo, el desarrollo del caupí es afectado cuando se siembra en suelos mal drenados.

La obtención de forraje verde de la leguminosa fue de 16,5 t/Ha, que arrojó en consecuencia una producción de 3,05 t/Ha de forraje seco. Esta cantidad incorporada no ocasionó incrementos en el contenido de materia orgánica, según los análisis de caracterización de los suelos. Aspecto que manifiesta la rápida descomposición del abono verde y la dificultad de los suelos del trópico para conservar la materia orgánica.

El forraje del caupí además de haber proporcionado una cantidad considerable de nitrógeno 6,79%, también aportó buenas cantidades de potasio y calcio 3,45 y 2,78%, respectivamente.

La rotación e incorporación del caupí proporcionó un incremento significativo en el contenido de nitrógeno del follaje del arroz, que no decreció con la edad del cultivo, y que se tradujo en una reducción del vaneamiento y en un aumento del rendimiento de grano del orden de 9-8%. Además, el rendimiento de pilada fue también afectado favorablemente por la influencia de la leguminosa.

La fertilización nitrogenada aplicada en interacción con el abono verde, ocasionó incrementos significativos en la altura de la planta, contenido de nitrógeno en el follaje, y en el rendimiento de grano del arroz, hecho más notorio a medida que se elevaron las dosis del fertilizante.

Al considerar la producción del grano, el nitrógeno suministrado al suelo contribuyó con el 7,72% en el incremento obtenido, correspondiéndole el 2,08% restante a la fertilización foliar. El anterior dato confirma la función de suplemento de la fertilización aplicada al follaje, respecto a la que se efectúa al suelo.

Los resultados obtenidos mostraron mayor efectividad del nitrógeno suministrado al suelo que cuando se aplicó foliarmente, lo que sumado al mas bajo costo (aplicación al suelo vs aplicación aérea), indica que la fertilización nitrogenada en el arroz debe hacerse al suelo.

Con el propósito de obtener mejores resultados es necesario realizar otras investigaciones. En tal caso sería conveniente proceder a inocular la semilla del caupí, y a la aplicación de algunos nutrientes, con el fin de mejorar la fijación y producción de nitrógeno por parte de la planta. De igual manera, se debe tener en cuenta la realización de pruebas regionales con variedades de grano de caupí, para permitir su aprovechamiento y así disminuir los costos provocados por su manejo.

Finalmente, presentando los suelos de la Clase III unas 320 000 hectáreas potenciales para el cultivo del arroz de riego, el caupí se convierte en la leguminosa mas apropiada para utilizarse en programas de rotación con dicho cultivo, dada su extraordinaria adaptación y producción en este tipo de suelos.

6 RESUMEN

En el Centro Regional de Investigaciones La Libertad del Instituto Colombiano Agropecuario, se realizó en 1981 un estudio con el propósito de determinar los efectos de la rotación e incorporación del caupí y de la fertilización nitrogenada sobre la producción de un cultivo de arroz riego. El centro en mención está localizado en el municipio de Villavicencio, departamento del Meta, a una altura de 366 metros, con temperatura promedio de 27°C, humedad relativa de 80 a 85% en invierno y de 50 a 55% en verano, y con una precipitación anual que fluctúa entre 2 500 y 3 000 mm.

El suelo donde se desarrolló el experimento corresponde a una terraza media de los suelos de la Clase agrológica III. Estos suelos se caracterizan por presentar texturas de moderadamente finas a finas, y por ser de bien a moderadamente bien drenados, presentan también una fertilidad baja, una reacción fuertemente ácida y serios problemas con el aluminio intercambiable. Sin embargo, dada su facilidad para establecer en ellos el riego por gravedad, representan un enorme potencial para el cultivo del arroz.

Los objetivos del estudio fueron determinar la cantidad de materia verde y seca, y de nitrógeno aportados por el caupí, lo mismo que establecer los efectos en la producción del arroz, ocasionados por las prácticas agronómicas llevadas a cabo con la leguminosa y la acción del fertilizante nitrogenado. Para lo cual se realizaron dos experimentos: uno que involucró el caupí y su manejo, y otro como testigo para el estudio comparativo. En tal forma, un lote fue sembrado con arroz de la variedad Lica 8 en el sitio donde creció y se incorporó el caupí, contiguo a este se sembró la misma variedad como ensayo comparativo. Así, se utilizó un diseño de bloques al azar en cada experimento, programándose para cada uno 16 tratamientos de nitrógeno mediante el uso de urea.

del 46% como fuente, aplicados al suelo y al follaje del arroz. Los tratamientos dirigidos al suelo se distribuyeron en 3 épocas y las dosis fueron 0, 30, 60, 90, 120, 150 y 180 kg/Ha. Al follaje se suministraron dosis de 10, 20 y 40 kg/Ha, en 4, 5 y 6 épocas de aplicación.

Las variables empleadas para medir el efecto de la rotación e incorporación del caupí y del nitrógeno sobre la producción del arroz riego, fueron altura de la planta al momento de la floración, porcentaje de vaneamiento, peso de 1 000 granos, contenido de nitrógeno en el follaje hallado a los 45 y 90 días, rendimiento de grano, rendimiento e índice de pilada. Los datos así obtenidos se procesaron bajo el sistema de computación SAS, para determinar los promedios, análisis de varianza y pruebas de significancia al 1 y 5%.

La cantidad de forraje verde y seco que se produjo por parte del caupí fue de 16,5 y 3,05 t/Ha, respectivamente. El forraje del caupí presentó un contenido de 6,79% de nitrógeno, 3,45% de potasio y 2,78% de calcio. Según lo anterior, se aportó al suelo 206,9, 105,1 y 84,7 kg/Ha de nitrógeno, potasio y calcio en el mismo orden.

El arroz presentó un aumento gradual de la altura a floración, a medida que se incrementaron las dosis de nitrógeno aplicado tanto al suelo como al follaje. Los datos obtenidos del peso de 1 000 granos no presentaron diferencias significativas, al comparar los promedios generales de los sistemas arroz-solo y caupí-arroz.

Gracias al efecto positivo de la rotación e incorporación del caupí, el contenido de nitrógeno en el follaje del arroz presentó los siguientes porcentajes: 2,32 y 2,30 a los 45 y 90 días de edad, respectivamente, frente a 1,97 y 1,70% hallados en el arroz que sirvió de comparación, para las mismas épocas. En consecuencia, el vaneamiento se redujo en un 22,6%, lo que se tradujo en un aumento en el rendimiento de grano del orden de 9,8%.

El rendimiento de pilada también fue afectado favorablemente por la acción del caupí, aunque en general los resultados de la calidad de molinería se ajustaron a los ya reportados para la variedad de arroz Cica 8 en el departamento del Meta

El nitrógeno aplicado al follaje del arroz en las distintas dosis y épocas produjo resultados inferiores respecto a la fertilización hecha al suelo. Se destaca que, los mejores rendimientos de grano se presentaron cuando el nitrógeno se distribuyó en 6 épocas utilizando la mayor dosis dentro de ambos sistemas, pero con una producción superior en el que se condujo con el caupí

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 AGRICULTURA DE LAS AMERICAS Kansas (E U A) Arroz, fertilización adecuada cosecha óptima, p 14-17 Mayo, 1975
- 2 ALEXANDER, M Soil microbiology New York Jhon Wiley 1961
472 p
- 3 ANGLADETTE, A El arroz Barcelona Blume 1969 p 308-313
- 4 _____ Nutricional status as indicated by plant analysis In Symposium on the mineral nutrition of the rice plant, 4p , Los Baños, Laguna, Philippines, February, 1964, IRRI Baltimore, Johns Hopkins, 1965 p 329-354
- 5 BERNAL, E Las leguminosas como fuente de nitrógeno en pastos y rotaciones En Coloquio de suelo, 2o , Palmira, Colombia, agosto-septiembre, 1971, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo v 4 no 1 1972 p 193-194
- 6 BLACK, C Relaciones suelo-planta Traducción de A Rabuffetti Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1975 886 p
- 7 CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, 1982 Informe anual del Programa de Arroz, 1981 Cali, Colombia p 50-53 Serie CIAT 02R2
- 8 COMHAIRE, M Rice manuring Centre International D'information et de Documentation des Producteurs de Phosphate Bruselas, 1965 p 32-34

- 9 DAVALOS, A , LEAL, D., MARTINEZ, C Obtención de dos variedades de arroz para la zona del piedemonte llanero Instituto Colombiano Agropecuario Boletín N°88 Tibatitá, 1981
p 13-14

- 10 DOYLE, J The response of rice to fertilizer Rome, FAO, Agricultural studies N°70, 1966 p 69

- 11 GALIANO, F Diagnóstico foliar, Fundamento y empleo en algunos cultivos En Fertilidad de suelo, diagnóstico y control Francisco Silva Mojica Bogotá, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1980 p 212-215

- 12 GOMEZ, J La fertilización foliar En Fertilidad de suelo, diagnóstico y control Francisco Silva Mojica Bogotá, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1980 p 319-326

- 13 GOMEZ, L Costos de producción del arroz El Tiempo, Bogotá, Colombia, marzo 18, 1981 p 10f

- 14 GRAN FORO NACIONAL DEL CULTIVO DEL ARROZ Y LA INDUSTRIA ARROCERA Villavicencio, Colombia, 9-10 junio, 1982 Informe Villavicencio, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo, 1982 20 p

- 15 GROSS, A Abonos, Guía práctica de fertilización 5 ed Madrid, Mundiprensa, 1971 p 126-127

- 16 GUERRERO, R El diagnóstico químico de la fertilidad del suelo En Fertilidad de suelo, diagnóstico y control Francisco Silva Mojica Bogotá, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1980 p 155'156

- 17 INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, 1982 Informe Anual del Programa de Suelos, 1981 Villavicencio, ICA 50 p
- 18 LITZENBERGER, S C Guía para cultivos en los trópicos y subtrópicos Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional México, A I D , 1976 p 33-34, 73-76
- 19 MARIN, G El uso eficiente de fertilizantes Nueva Agricultura Tropical (Colombia) v 21 no 5, p 6-11 Mayo 1979
- 20 MATSUSHIMA, S Nitrogen requirements at different stages of growth In Symposium on the mineral nutrition of the rice plant 40 Los Baños, Laguna, Philippines, February, 1964 IRRI Baltimore, Johns Hopkins, 1965 p 219-242
- 21 MEDINA, J Novedades con leguminosas El Surco (México) no 1, p 5-8 1978
- 22 MIKKELSEN, D S Diagnostic plant analysis for rice In Soil and plant-tissue testing in California H M Reisenauer California, The University of California's Cooperative Extension, 1976 p 24-25
- 23 MUKERJEE, H Fertilizer tests in cultivators' fields In Symposium on the mineral nutrition of the rice plant 40 Los Baños, Laguna, Philippines, february, 1964, IRRI Baltimore, Johns Hopkins, 1965 p 337-338
- 24 NUTTONSON, M Y Rice culture and rice-climate relationships with special reference to the United States rice areas and latitudinal thermal analogues in other countries Washington, American Institute of crop ecology 1965 p 25-26

- 25 OSORIO, J Enfermedades que afectan al fríjol caupí (Vigna unguiculata) en Córdoba, Colombia Ascoli Informa (Colombia) v 7 no 5, p 42-43 1981
- 26 OWEN, E , SANCHEZ, L F Uso y manejo de los suelos de la parte plana del departamento del Meta Instituto Colombiano Agropecuario, Programa Nacional de Suelos Boletín no 67 Bogotá, 1979 74 p
- 27 PIETERS, A Green manuring, Principles and practice New York, John Wiley 1952 p 96-323
- 28 PONNAMPERUMA, F Review on the mineral nutrition of the rice plant In, Symposium on the mineral nutrition of the rice plant, 4o , Los Baños, Laguna, Philippines, February, 1964, IRRI Baltimore, Johns Hopkins, 1965 p 466-471, 478-479
- 29 RODRIGUEZ, M Fertilización y encalado del fríjol (Phaseolus vulgaris) en suelos volcánicos en Antioquia y Caldas Revista ICA (Colombia) v 11 no 1, p 23-44 1976
- 30 _____, LOBO, M Fertilización de hortalizas en suelos volcánicos en Antioquia y Caldas Revista ICA (Colombia) v 7 no 3, p 219-232 1972
- 31 _____ Fertilización de la rotación papa-avena en suelos de la Penillanura Central de Antioquia Revista ICA (Colombia) v 7 no 3, p 305-328 1972
- 32 SANCHEZ, L F Aspectos sobre acidez y encalamiento Instituto Colombiano Agropecuario, Programa Nacional de Suelos Villavicencio, 1980 20 p

- 41 TAKHASHI, J Natural supply of nutrients in relation to plant requirements In Symposium on the mineral nutrition of the rice plant, 4o , Los Baños, Laguna, Philippines, February, 1964, IRRI Baltimore, Johns Hopkins, 1965 p 275-276
- 42 TOPOLANSKI, E Arroz y riego Instituto Nacional de Colonización Montevideo, 1956 p 87-89
- 43 VASILEV, M D La rotación como base del aumento de la productividad Moscú 1970 88 p (ruso)
- 44 WHYTE, R , LEISSNER, N , TRUMBLE, H Las leguminosas en la agricultura Roma, FAO, 1955 p 41-77

APENDICE

APENDICE 1 Análisis de varianza de los resultados de altura a floración de la planta de arroz riego CICA-8

CAUSA	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO
Rep	2	280 74395833	14037198	12,62**
Trat	15	5468 48989583	3645659 9	32,77**
Sistema	1	0 03010417	0 03010417	0,00 NS
Tratam Sistema	15	15 08156250	1005437 5	0,09 NS
Error	62			
TOTAL	95			

NS No significativo al 5%

** Significativo al 1%

C V 4 9309

APENDICE 2 Análisis de varianza de los resultados del porcentaje de vaneamiento del arroz riego CICA-8

CAUSA	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO
Rep	2	44 10145833	2 2050 729	3,99*
Trat	15	70 06500000	4 671 000	0,84NS
Sistemas	1	65 67041667	6567041667	11,88**
Tratam. Sistema	15	117 72958333	7 84863 87	1,42NS
Error	62			
TOTAL	95			

NS No significativo al 5%

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

C V 34 9862

APENDICE 3 Análisis de varianza de los resultados del peso de 1 000 granos del arroz riego CICA-8

CAUSA	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO
Rep	2	1 39645833	6 982 291 5	3,37*
Trat	15	18 72291667	1 248 194 4	6,02**
Sistema	1	0 06000000	0 060000000	0,29NS
Tratam Sistema	15	3 35666667	2 237 777 7	1,08NS
Error	62			
TOTAL	95			

NS No significativo al 5%

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

C V 1 8977

APENDICE 4 Análisis de varianza de los resultados del contenido de nitrógeno hallado a los 45 días en el follaje del arroz riego CICA-8

CAUSA	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO
Rep	2	3 71312500	1 856 5625	7,07*
Trat	15	5 80000000	3 866 666 7	1,47NS
Sistema	1	2 94000000	2 94000000	11,20**
Tratm Sistema	15	2 56666667	1 711111 1	0,65NS
Error	62			
TOTAL	95			

NS No significativo al 5%

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

C V 23 8339

TABLA 5 Análisis de varianza de los resultados del contenido de nitrógeno hallado a los 90 días en el follaje del arroz CICA-8

CAUSA	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO
Rep	2	0 08083333	0 0404166	0,27NS
Tratam	15	5 45489583	36 36597 2	2,42**
Sistema	1	8 58010417	8 58010417	57,00**
Tratam Sistema	15	1 40156250	9 34375	0,62NS
Error	62			
TOTAL	95			

NS No significativo al 5%

** Significativo al 1%

C V 19 4088

APENDICE 6 Análisis de varianza de los resultados del rendimiento de grano del arroz riego CICA-8

CAUSA	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO
Rep	2	4165181 59562489	20825908	13,50**
Trat	15	119497053 58989585	796647	51,66**
Sistema	1	3148713 26260421	3148713 26260421	20,42**
Tratm Sistema	15	173230 92572917	1154872 8	0,07NS
Error	62			
TOTAL	95			
NS	No significativo al 5%			
**	Significativo al 1%			
C V	11 1714			

APENDICE 7 Análisis de varianza de los resultados del rendimiento de pilada del arroz riego CICA-8

CAUSA	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F	CALCULADO
Rep	2	0 07895833	0 0394791	0,07	NS
Trat	15	113 27625000	755175	13,50	**
Sistema	1	12 90666667	12 90666667	23,07	**
Trat Sistema	15	77 50000000	5166666 7	9,23	**
Error	62				
TOTAL	95				

NS No significativo al 5%

** Significativo al 1%

C V 1 0756

APENDICE 8 Análisis de varianza de los resultados del índice de pilada del arroz riego CICA-8

CAUSA	G L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO
Rep	2	0 01583333	7 91665-03	0,01NS
Trat	15	166 62000000	1110800	15,12**
Sistema	1	0 02041667	0 0204667	0,03NS
Trat Sistema	15	125 88625000	839241 67	11,42 **
Error	62			
TOTAL	95			

NS No significativo al 5%

** Significativo al 1%

C V 1 3596