



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito
previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Influencia de la fertilización nitrogenada aplicada al cultivo de arroz
(*Oryza sativa* L.), en el cantón Pueblo Viejo”.

AUTOR:

Jefferson José Pérez Vera

TUTOR:

Ing. Agr. Darío Dueñas Alvarado, MAE.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2020

DEDICATORIA

Éste trabajo va dedicado para mis padres, José Pérez Garboa y Maribel Vera Carrasco, quienes me enseñaron los valores para seguir adelante y a quienes día a día les debo lo que soy, tanto en mi vida personal como profesional.

A mis hermanos Cristhian Pérez Vera, como ejemplo de superación y a quien le tengo todo el cariño del mundo.

A mi novia Katherine Alvario Aveiga, testigo de mi sacrificio durante mis estudios.

A mis compañeros de aula, con quienes compartí buenos y gratos momentos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios, por permitirme alcanzar esta meta de ser Ingeniero Agropecuario de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.

A quienes conforman la FACIAG, por quienes he adquirido conocimiento de los sabios profesores.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO.....	3
1.1. Definición del tema caso de estudio.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. General	5
1.4.2. Específicos.....	5
1.5. Fundamentación teórica.....	5
1.5.1. El cultivo de arroz	5
1.5.2. La fertilización en los cultivos.....	7
1.5.3. Influencia del Nitrógeno en el arroz	11
1.6. Hipótesis	21
1.7. Metodología de la investigación	21
CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.1. Desarrollo del caso	22
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)	22
2.3. Soluciones planteadas.....	27
2.4. Conclusiones	28
2.5. Recomendaciones (propuesta para mejorar el caso)	28
BIBLIOGRAFÍA	30
ANEXOS	36
Encuestas realizadas a los agricultores arroceros.....	36

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Hectáreas sembradas del cultivo de arroz.....	22
Gráfico 2. Época de siembra rentable	23
Gráfico 3. Tipo de riego utilizado.....	23
Gráfico 4. Métodos de siembra utilizada	24
Gráfico 5. Semilla de arroz utilizada.....	24
Gráfico 6. Productores que realizan análisis de suelo.....	25
Gráfico 7. Fertilizantes utilizados en la producción de arroz.	25
Gráfico 8. Productos orgánicos utilizados	26
Gráfico 9. Influencia de los fertilizantes en el cultivo de arroz.	26
Gráfico 10. Costos de producción del cultivo de arroz.	27

RESUMEN

El cultivo de arroz es de vital importancia, por considerar un producto de consumo masivo, así como generar divisas y fuente de empleo para los agricultores que se dedican a la producción de éste cultivo. El presente instrumento detalla sobre la influencia de la fertilización nitrogenada aplicada al cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en el cantón Pueblo Viejo. Para la elaboración del documento práctico se realizó encuesta a diez agricultores de arroz en la zona de Pueblo Viejo. Por los resultados obtenidos se determinó que los agricultores poseen lotes de terreno para la siembra del cultivo de arroz, generalmente entre 4 – 6 ha, efectuando la labor de siembra con semilla clasificada mediante el método de voleo, aplican riego con bombas, siendo el cultivo manejado bajo condiciones de arroz de riego. La mayoría de los agricultores efectúa fertilización con Urea y Muriato de Potasio complementaria con productos orgánicos, sin efectuar el respectivo análisis de suelo, repercutiendo en los rendimientos por no aplicar las dosis adecuadas de los nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo, elevando así los costos de producción de una hectárea. Se recomienda aplicar 150 kg/ha nitrógeno en el cultivo de arroz, con la finalidad de incrementar los rendimientos del cultivo, específicamente bajo condiciones de riego en la zona de Pueblo Viejo; realizar el respectivo análisis de suelo con 25 días antes de iniciar la siembra del cultivo, para estimar los nutrientes necesarios para el desarrollo y producción de los cultivares y optimizar el uso de los fertilizantes en dosis y época adecuada, utilizando las dosificaciones de acuerdo a los resultados del análisis de suelo, con la finalidad de reducir los costos de producción en una hectárea de arroz.

Palabras claves: cultivo de arroz, fertilización nitrogenada, rendimiento.

SUMMARY

The cultivation of rice is of vital importance, considering it a product of mass consumption, as well as generating foreign exchange and a source of employment for farmers who are dedicated to the production of this cultivation. This instrument details the influence of nitrogen fertilization applied to the cultivation of rice (*Oryza sativa* L.), in the Pueblo Viejo canton. For the preparation of the practical document, a survey was carried out on ten rice farmers in the Pueblo Viejo area. Based on the results obtained, it was determined that the farmers have lots of land for planting the rice crop, generally between 4 - 6 ha, carrying out the work of sowing with seed classified by the volley method, they apply irrigation with pumps, the crop being managed under irrigated rice conditions. Most of the farmers carry out fertilization with Urea and Muriato de Potasio complementary with organic products, without carrying out the respective soil analysis, impacting on the yields for not applying the adequate doses of the necessary nutrients for the development of the crop, thus raising costs of production of one hectare. It is recommended to apply 150 kg / ha nitrogen in rice cultivation, in order to increase crop yields, specifically under irrigation conditions in the Pueblo Viejo area; Carry out the respective soil analysis 25 days before planting the crop, to estimate the nutrients necessary for the development and production of the cultivars and to optimize the use of fertilizers at the appropriate dose and time, using the dosages according to the results of the soil analysis, in order to reduce production costs in one hectare of rice.

Key words: rice cultivation, nitrogen fertilization, yield.

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es un cultivo que suple las necesidades alimenticias de casi la tercera parte de la población mundial, es por ello que ayuda económicamente a los agricultores que se encargan de producir esta gramínea y a las personas aledañas a las zonas donde se produce.

En el Ecuador se siembran aproximadamente 343 936 ha, de las cuales se cosechan 332 988 ha con una producción de 1 239 269 t. En la provincia de Los Ríos se siembran aproximadamente 114 545 ha, de las cuales se cosechan 110 386 ha, alcanzando una producción de 359 569 t (MAG, 2018).

La fertilización es uno de los factores de vital importancia para el desarrollo de los cultivos. En arroz esta labor facilita el crecimiento de las raíces lo que promueve la oxigenación y la circulación de agua en el suelo y además la plantación puede soportar efectos adversos de sequía, por lo tanto, la absorción de nutrientes es mayor.

Los nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y zinc son generalmente deficientes. En nitrógeno es el componente más limitante y que debe ser aplicado en dosis adecuadas desde la germinación del cultivo para obtener una elevada tasa de crecimiento y absorción de este elemento en los estadios tempranos para alcanzar altos rendimientos.

El Nitrógeno (N) es el elemento que permitirá alcanzar los potenciales de producción con las mayores respuestas. La deficiencia de N es generalizada y muy pocos suelos pueden aportar cantidades suficientes para altos rendimientos de arroz. La dosis de N a aplicar depende la capacidad del suelo para aportar N al cultivo y de la variedad por su susceptibilidad al vuelco o a enfermedades (Quintero, 2018).

La dosis y la época óptima de fertilización nitrogenada para el cultivo de arroz puede variar ampliamente según las condiciones de clima y suelo. Con base

en investigaciones y pruebas de campo realizadas hace más de diez años, fueron establecidas las estrategias de fertilización apropiadas para siembras convencionales de arroz empleadas actualmente (Quirós y Ramírez, 2016).

El presente documento obtuvo la finalidad estudiar la influencia de la fertilización nitrogenada aplicadas al cultivo de arroz.

CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El tema planteado indica la importancia de la fertilización con nitrógeno, como elemento primario, aplicado al cultivo de arroz, con la finalidad de incrementar el sistema radicular y tejido blando, acelerando la producción, aumentando los rendimientos con el propósito de mejorar la calidad del producto y resistencia a plagas y enfermedades.

Hay que destacar que los productores centran la producción de sus cultivos en la fertilización, mediante la aplicación de nitrógeno como base para incrementar los rendimientos del cultivo, fallando en ciertas ocasiones en las dosis y épocas de aplicación adecuadas para el buen desarrollo del cultivo.

1.2. Planteamiento del problema

El arroz es uno de los principales cultivos que sirve de alimentación para la mayoría de los pobladores de la provincia de Los Ríos y especialmente de la zona de Pueblo viejo; sin embargo, su producción muchas veces es baja por múltiples factores entre los que se destacan: siembra de variedades clasificadas, deficiente control de malezas y fitosanitario, escasos programas de fertilización y falta de riego.

La fertilización es uno de los componentes de mayor énfasis para incrementar los rendimientos por unidad de superficie, siendo el nitrógeno uno de los elementos primarios que puede causar efectos adversos en caso de no aplicarlo en la época y dosis adecuada en el cultivo de arroz.

La carencia de nitrógeno es, afortunadamente, bastante fácil de detectar. Como este elemento tiene acción sobre la clorofila, su carencia provoca la inhibición de producción del pigmento verde. En consecuencia, tenemos hojas con clorosis completas (recordad la clorosis férrica, típica en muchos cultivos). Como el

nitrógeno está íntimamente ligado con el crecimiento, si una planta presenta carencia de este elemento, nos encontraremos con vegetales raquíticos que terminan por lignificarse pronto (Agromática, 2014).

1.3. Justificación

El cultivo de arroz es de vital importancia, por considerar un producto de consumo masivo, generando fuente de empleo para los agricultores que se dedican a la producción de éste cultivo.

La mayoría de los agricultores se concentran en los fertilizantes nitrogenados como productos de mayor impacto para la producción de arroz, debido a que el cultivo necesita cantidades elevadas para aumentar los rendimientos por unidad de superficie.

Para mejorar los rendimientos y propiciar un manejo sostenible del arroz es necesario aumentar la eficiencia de uso del N por el cultivo. Al igual que en otros cultivos, el nitrógeno (N) es el principal factor limitante en la producción agrícola del arroz (*Oryza sativa* L.). Su disponibilidad se considera esencial por ser un componente básico en todas las moléculas orgánicas involucradas en el crecimiento y desarrollo vegetal. Las dos formas como el N puede ser absorbido por las plantas son amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-), principalmente obtenidas de los fertilizantes nitrogenados y la mineralización de los residuos de cosecha y la materia orgánica del suelo. En mayor proporción que en otros cultivos, la productividad del arroz depende de la disponibilidad y eficiencia en la absorción del N, tanto por su contribución directa como por permitir la absorción de otros nutrimentos.

Por tanto, el presente documento detalla sobre la influencia de la fertilización nitrogenada aplicada al cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en el cantón Pueblo Viejo.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Describir información sobre la influencia de la fertilización nitrogenada aplicada al cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en el cantón Pueblo Viejo.

1.4.2. Específicos

- ✓ Recopilar información de acuerdo a la fertilización de arroz bajo riego y seco.
- ✓ Obtener información de costos de la fertilización nitrogenada del cultivo de arroz bajo riego y seco.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. El cultivo de arroz

Infoagro (2017) indica que:

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10 000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella abundaban los arces silvestres. Sin embargo, el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arces de Asia a otras partes del mundo.

ANAR (2016) informa que:

El arroz es la semilla de la *Oryza sativa*. Se trata de un cereal considerado como alimento básico en muchas culturas culinarias (en especial la cocina asiática), así como en algunas partes de América Latina. Su grano corresponde al segundo cereal más producido del mundo, detrás el maíz. Debido a que el maíz es producido para otros muchos propósitos que el del consumo humano, se puede decir que el arroz es el cereal más importante para la alimentación humana y que contribuye de forma muy efectiva al aporte calórico de la dieta.

Monteros y Salvador (2015) manifiestan que:

El arroz es uno de los cultivos transitorios más importantes en la agricultura ecuatoriana, gracias a su papel principal en la alimentación humana (producto principal de la canasta básica ecuatoriana) y a su representatividad entre los cultivos de mayor producción en el país.

INIAP (2017) sostiene que:

El arroz es un cultivo semi-acuático propio de la Región Costa, debido a las facilidades climáticas y geográficas que esta región ofrece. La mayor cantidad de productores de este rubro se encuentran concentrados en las provincias de Guayas y Los Ríos, y es uno de los productos agrícolas de mayor importancia socioeconómica por su relevancia en la canasta básica. La producción anual de arroz representa el 65,8 %, de ello el 92,3 % se destina a la venta.

Camargo *et al.* (2014) reportan que:

El arroz necesita para su crecimiento y nutrición cantidades adecuadas y oportunas de nutrientes que extraen del suelo o de fertilizantes. Entre los principales elementos se encuentran el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, silicio y otros microelementos. Su adición en la cantidad correcta aumentará la velocidad de crecimiento, la materia seca y el rendimiento en grano.

INIAP (2017) manifiesta que

La nutrición apropiada del cultivo de este cereal permite la obtención de mejores resultados en la producción, ya que muchos suelos presentan deficiencias de ciertos minerales, lo que incide en la disminución de los rendimientos y una baja calidad de las cosechas.

1.5.2. La fertilización en los cultivos

Infoagro (2018) indica que:

Los elementos nutritivos o fertilizantes se clasifican según la cantidad utilizada por la planta y la frecuencia con la que es necesaria su aportación al cultivo. Según este criterio podemos distinguir los siguientes grupos:

- ✓ **Macroelementos:** son aquellos elementos nutritivos absorbidos por la planta en mayores cantidades. En este grupo se incluye el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Según su frecuencia de aplicación en los cultivos, se dividen en macroelementos primarios (N, P y K) y secundarios (S, Ca y Mg).
- ✓ **Microelementos:** son aquellos elementos nutritivos absorbidos por la planta en cantidades menores, incluyéndose en este grupo el hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y boro (B).

Anffe (2017) publica que:

Los fertilizantes contienen nutrientes de origen natural, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, que provienen de la propia naturaleza y por tanto no son obtenidos por el hombre. Estos nutrientes son exactamente los mismos que los incluidos en los abonos orgánicos, pero en formas que pueden ser asimiladas por las plantas, lo que sucedería también de forma natural, pero en un periodo mayor de tiempo. El origen de los nutrientes que permiten a la planta producir alimentos de calidad es irrelevante, obteniendo las plantas los nutrientes siempre de la misma forma, independientemente del origen primario de los mismos.

Carriel (2014) sostiene que:

El fertilizante o abono es cualquier sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que aporte a las plantas uno o varios de los elementos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo normal.

De acuerdo a Parques Alegres (2017):

La fertilización es un proceso a través del cual se añaden a diversas sustancias a la tierra para hacerla más fértil y útil a la hora de sembrar algo. Las plantas para crecer necesitan de nutrientes en proporciones variables para completar su ciclo de vida y para su nutrición. Para que un suelo produzca adecuadamente un cultivo debe abastecer a la planta de los nutrientes en cantidad necesaria. En los ambientes naturales las plantas se adaptan a las condiciones de nutrientes y las diversas formaciones vegetales tienen que ver con la disponibilidad de los mismos. En cambio, en la agricultura moderna se deben emplear técnicas de aporte de nutrientes para garantizar buenas cosechas.

Quiminet (2008) explica que:

La fertilidad de los suelos es un factor clave para el crecimiento de las plantas y tiene una gran influencia sobre la productividad y la calidad del alimento. El nitrógeno forma parte de cada célula viva por lo que es esencial en la planta. Generalmente, las plantas requieren de grandes cantidades de nitrógeno para crecer normalmente. El nitrógeno es necesario para la síntesis de la clorofila y al formar parte de la molécula de la clorofila, está involucrado en el proceso de la fotosíntesis.

Vadequímica (2017) considera que:

Dentro del ciclo vital natural, hojas, frutos y semillas caen al suelo devolviendo lo que la planta tomó de él, manteniendo el suelo rico de nutrientes para el crecimiento óptimo de otras plantas. A pesar de ello, hay muchos factores que pueden perjudicar o incluso romper el ciclo, produciendo así un empobrecimiento en los nutrientes del suelo y haciendo necesario el uso de fertilizantes químicos para recuperar el estado óptimo del suelo.

Carreño (2014) considera que:

Un fertilizante es un tipo de sustancia necesario para enriquecer el suelo, de donde las plantas adquieren los nutrientes que les sirven para su óptimo crecimiento y desarrollo. Entre los diferentes componentes que las plantas requieren se encuentran el nitrógeno, el fósforo y el potasio.

Muñoz y Lucero (2018) señalan que:

La práctica de fertilización es deficiente: no es común el uso de análisis de suelo y se emplean como fórmula común y repetitiva los fertilizantes que poseen nitrógeno, fósforo y potasio en proporción 1:3:1, a razón de 50 kg de abono por bulto de semilla sembrada.

Muñoz *et al.* (2018) acotan que:

Mantener la calidad del suelo es uno de los objetivos de la sostenibilidad de la agricultura, para lo que se requieren indicadores que permitan saber si las formas actuales de uso y manejo se acercan o se alejan de los objetivos de la sostenibilidad, con el fin de introducir los cambios necesarios. La calidad del suelo se ha definido como una condición que le permite funcionar dentro de los límites de ecosistemas naturales o manejados para mantener la productividad animal y vegetal, mantener o mejorar la calidad del agua y del aire y la salud y el hábitat para los humanos.

Vadequímica (2017) publica que:

Por lo tanto, siempre es apropiado aportar un poco de nutrientes externos. Los tres elementos que deben aportarse indispensablemente son: el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K). Para ello son de gran importancia los fertilizantes (nutrientes asimilables por las plantas). Eso sí, deben aplicarse de manera racional, aportando las dosis necesarias y con la frecuencia adecuada.

Moreno (2014) publica que

La necesidad de aplicar programas de fertilización racionales afín de emplear las cantidades estrictamente necesarias de fertilizantes para la producción óptima y rentable de los cultivos, disminuyendo el impacto ambiental negativo. Una manera de disminuir los excedentes de fertilizantes en el medio ambiente sería a través de la fertilización sitio-específica, es decir, la aplicación de diferentes cantidades de estos insumos teniendo en cuenta las características de fertilidad del suelo en distintas zonas del área cultivada. Para ello, se requiere evaluar la distribución espacial de las propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo agrícola, afín de determinar áreas con características similares de fertilidad, con el objetivo de obtener superficies de manejo homogéneo de la fertilización de los cultivos.

Rodríguez (2014) menciona que:

Los fertilizantes convencionales, no son malos productos, lo que ocurre es que el mal uso de ellos ha propiciado que los suelos tengan problemas de degeneración. Generalmente ese tipo de compuestos ha hecho que los suelos presenten deficiencias orgánicas al estar saturados de compuestos salinos que hacen que éste se vuelva improductivo.

Álvarez-Carrillo (2015) señalan que:

Los fertilizantes se definen como cualquier material orgánico o inorgánico que se añade a un suelo para suministrar ciertos elementos esenciales para el crecimiento de las plantas, el equilibrio entre la absorción y las adiciones de nutrientes se puede lograr mediante la reducción de la cantidad de nutrientes (productos) removidos y el aumento de los aportes de nutrientes a través de la fertilización. En este sentido, la aplicación de fertilizantes se hace inevitable para reponer los nutrientes del suelo que se explotan a través de la cosecha.

Molina (s.f.) considera que:

Uno de los aspectos que más incide en el rendimiento es la nutrición, principalmente cuando las plantas entran en la etapa de producción. En muchos sitios en América Latina, la fertilización de los cultivos se realiza en forma empírica, debido a que no existe información precisa que permita establecer con seguridad los requerimientos nutricionales del cultivo y las dosis óptimas de fertilizantes.

Brito y Chica (2019) indican que:

La planta de arroz necesita para su desarrollo de la disponibilidad adecuada y oportuna de nutrientes suministrados principalmente por el suelo. Una fertilización adecuada del suelo promoverá un mayor rendimiento de la producción. El análisis de suelo es el medio que permite racionalizar el uso de fertilizantes, de acuerdo a los niveles críticos de nutrimentos establecidos para la zona y la variedad empleada.

1.5.3. Influencia del Nitrógeno en el arroz

De acuerdo a Quiminet (2008):

El nitrógeno forma parte de las vitaminas y de los sistemas de energía de la planta. Es también un componente esencial de los aminoácidos, los cuales forman las proteínas; por lo tanto, es directamente responsable del incremento de proteínas en las plantas, y está directamente relacionado con la cantidad de hojas, tallos, etc.

Smart (2015) expone que:

Existen varios tipos de fertilizantes nitrogenados, cada uno de ellos es caracterizado por distintas formas de nitrógeno y, en consecuencia, tienen un efecto diferente sobre las plantas. El DAP y la urea son fuentes de nitrógeno en su forma amoniacal (NH_4^+). El metabolismo de NH_4^+ en la planta requiere

oxígeno. En altas temperaturas, el oxígeno llega a ser menos soluble en la solución del suelo y su concentración disminuye. Investigaciones han demostrado que en temperatura de raíces de 32°C, la aplicación de 100% de NH_4^+ resulta en un deterioro gradual de plantas hasta que se mueren. Esto es relacionado con la escasez de oxígeno en las células de las raíces.

Carreño (2014) refiere que:

El nitrógeno es un componente necesario para el crecimiento óptimo de nuestra vegetación, y debe estar presente para la multiplicación de las células vegetales. Además es un componente necesario de las sustancias encargadas de almacenar y transferir la información genética en las células vegetales, los cromosomas, ribosomas, y protoplasma. También constituye parte de la estructura enzimática, con lo cual participa en las reacciones enzimáticas de los tejidos, desempeñando una función primordial en la obtención de energía.

Para Jaramillo *et al.* (2017):

El Nitrógeno es la variable ambiental más relevante en la fijación del rendimiento en arroz. Este elemento es responsable de procesos fisiológicos como morfogénesis, crecimiento foliar, fotosíntesis y senescencia. El conocimiento de la dinámica del nitrógeno a través de las diferentes etapas de desarrollo de la planta de arroz, así como de los factores ambientales y edafológicos que intervienen en la disponibilidad y pérdidas de este elemento deben convertirse en la herramienta principal de toma de decisiones de campo, que permitan al agricultor hacer uso eficiente del mismo para obtener altos rendimientos con prácticas de bajo impacto ambiental.

Daza-Torres *et al.* (2018) sostienen que:

Una de las estrategias empleadas para reducir las pérdidas de N por lixiviación y aumentar la eficiencia de la fertilización nitrogenada en sistemas agrícolas, es el uso de fertilizantes de liberación lenta (FLL). Estos

fertilizantes pueden ser de síntesis química o ser orgánicos, donde los primeros a su vez pueden ser inhibidores o pueden estar hechos con materiales recubiertos.

Carvajal y Mera (2014) apuntan que:

La fertilización biológica de Nitrógeno es considerada como un proceso clave en la biosfera y constituyente fundamental de la agricultura sostenible. Esta permite la conversión de nitrógeno gaseoso a formas de nitrógeno mayormente disponibles (e.g. nitritos, nitratos, amonio) para el desarrollo de procesos metabólicos de las plantas.

Domínguez *et al.* (2014) refieren que:

El nitrógeno es el nutriente más importante para la producción vegetal debido a las cantidades requeridas por los cultivos y a la frecuencia con que se encuentra como deficitario. Los niveles de nitrógeno mineral- de los suelos bajo SD son generalmente menores que los de aquéllos laboreados, debido a que la menor temperatura y el mayor contenido de agua en la superficie del suelo, y la posición superficial de los residuos, crea un ambiente que afecta la disponibilidad de nitrógeno para los cultivos.

Cárdenas *et al.* (2014) describen que:

Aunque el uso de fertilizantes nitrogenados ha sido uno de los principales promotores del aumento en el rendimiento en la agricultura actual, su utilización implica riesgos de contaminación ambiental, por la lixiviación del N no absorbido hacia aguas subterráneas. Además, su aplicación excesiva conlleva a la degradación de la calidad del suelo por salinidad (“ensalitramiento”) y un incremento infructuoso en los costos de producción. De esta manera, los fertilizantes se han convertido en una tecnología que puede propiciar grandes beneficios, cuando se utilizan de manera razonada, pero que al mismo tiempo puede causar severos daños al medio ambiente y pérdidas económicas cuando se usa de forma indiscriminada.

Álvarez (2017) indica que:

El nitrógeno se encuentra en un agrosistema en varios compartimientos, principalmente la planta, los residuos vegetales, el nitrógeno mineral y la materia orgánica humificada, representando este último componente un 95-98 % del total. Existen flujos de nitrógeno entre estos componentes y también con el medio fuera del agrosistema. Estos flujos representan entradas y salidas de nitrógeno al mismo y procesos de reciclado interno.

Urzúa (2015) manifiesta que:

El nitrógeno (N) es un elemento esencial para las plantas, ya que forma parte de compuestos tan fundamentales como proteínas, ácidos nucleicos y clorofila, necesiándose principalmente en los tejidos vegetales en crecimiento. La ciencia ha demostrado que la vía normal de ingreso de N a las plantas proviene del suelo, y para ser absorbido, se debe encontrar mineralizado, como nitrato (NO_3) y amonio (NH_3). Sin embargo, debido a que se acumula principalmente en formas orgánicas en el suelo, se hace necesaria su transformación microbiana, conocida como mineralización de nitrógeno para dejarlo disponible para las plantas.

Domínguez *et al.* (2014) refieren que:

El nitrógeno es el nutriente más importante para la producción vegetal debido a las cantidades requeridas por los cultivos y a la frecuencia con que se encuentra como deficitario. Los niveles de nitrógeno mineral- de los suelos bajo SD son generalmente menores que los de aquéllos laboreados, debido a que la menor temperatura y el mayor contenido de agua en la superficie del suelo, y la posición superficial de los residuos, crea un ambiente que afecta la disponibilidad de nitrógeno para los cultivos. Esto puede atribuirse a la disminución de la mineralización, y a aumentos de las pérdidas por desnitrificación, volatilización y/o lavado, y de la inmovilización.

Cárdenas *et al.* (2014) describen que:

Aunque el uso de fertilizantes nitrogenados ha sido uno de los principales promotores del aumento en el rendimiento en la agricultura actual, su utilización implica riesgos de contaminación ambiental, por la lixiviación del N no absorbido hacia aguas subterráneas. Además, su aplicación excesiva conlleva a la degradación de la calidad del suelo por salinidad (ensalitramiento) y un incremento infructuoso en los costos de producción. De esta manera, los fertilizantes se han convertido en una tecnología que puede propiciar grandes beneficios, cuando se utilizan de manera razonada, pero que al mismo tiempo puede causar severos daños al medio ambiente y pérdidas económicas cuando se usa de forma indiscriminada. Ante esta situación, se hace necesario contar con tecnologías aplicables a la gestión razonada del nitrógeno en los sistemas de producción agrícola, con el fin de hacerlos sustentables, aportando las cantidades mínimas necesarias para alcanzar el máximo rendimiento potencial de los cultivos.

Álvarez (2017) indica que:

El nitrógeno se encuentra en un agrosistema en varios compartimientos, principalmente la planta, los residuos vegetales, el nitrógeno mineral y la materia orgánica humificada, representando este último componente un 95-98 % del total. Existen flujos de nitrógeno entre estos componentes y también con el medio fuera del agrosistema. Estos flujos representan entradas y salidas de nitrógeno al mismo y procesos de reciclado interno.

Urzúa (2015) manifiesta que:

El nitrógeno (N) es un elemento esencial para las plantas, ya que forma parte de compuestos tan fundamentales como proteínas, ácidos nucleicos y clorofila, necesitándose principalmente en los tejidos vegetales en crecimiento. La ciencia ha demostrado que la vía normal de ingreso de N a las plantas proviene del suelo, y para ser absorbido, se debe encontrar mineralizado, como nitrato (NO_3) y amonio (NH_3). Sin embargo, debido a que

se acumula principalmente en formas orgánicas en el suelo, se hace necesaria su transformación microbiana, conocida como mineralización de nitrógeno para dejarlo disponible para las plantas.

Reussi y Echeverría (2016) divulga que:

El nitrógeno (N) es el nutriente que con mayor frecuencia limita la producción vegetal, debido a las grandes cantidades requeridas por los cultivos y a la frecuencia con que se observan sus deficiencias en los suelos. Una baja disponibilidad de N produce una reducción de la eficiencia de conversión de la radiación interceptada, del índice de área foliar y de su duración lo cual afecta el peso seco de las espigas a floración, variable altamente relacionada con el número de granos, principal componente del rendimiento. La fertilización nitrogenada es una práctica de manejo necesaria para alcanzar elevados rendimientos.

Urzúa (2015) explica que:

La agricultura moderna utiliza plantas con potenciales productivos cada vez mayores, demandando una elevada nutrición nitrogenada, la cual puede ser muy superior al aporte de N del suelo. Por lo tanto, en la mayoría de los cultivos es necesario suplementar con fertilizantes nitrogenados. Esto conlleva un considerable incremento en los costos de producción. Afortunadamente, existe otra vía de aporte de nitrógeno al sistema, llamada fijación biológica de nitrógeno, siendo la denominada fijación simbiótica de nitrógeno altamente deseable.

Sawchik (2014) expresa que:

El nitrógeno (N) es el nutriente más importante para la concreción de altos rendimientos en los cultivos. En los sistemas mixtos en particular, la entrada de N vía fijación simbiótica por las leguminosas es relevante, representando una fuente de suministro de N de magnitud para los cultivos posteriores.

Álvarez (2017) señala que:

Las entradas más importantes son: la fijación biológica de nitrógeno, la fertilización y el ingreso por lluvia. Las salidas de mayor magnitud son la exportación, la volatilización, la desnitrificación y la lixiviación. Los procesos de reciclado principales son el aporte de nitrógeno como restos de la planta al componente residuos, la descomposición de residuos, la humificación, la absorción y la inmovilización.

Para Monroy *et al.* (2012):

Los principales insumos que limitan la producción: fertilización nitrogenada y agua. El manejo deficiente de estos insumos está ligado al deterioro del recurso agua y al aumento en los costos de producción. Es de vital importancia realizar investigación enfocada a promover un uso más eficiente del N y del agua para disminuir el impacto ambiental y aumentar la productividad y sustentabilidad del sistema de producción.

Salazar-Sosa *et al.* (2014) define que:

La mineralización del nitrógeno juega un papel importante en el ciclo del nitrógeno, ya que convierte el amoníaco a su forma más oxidada de nitrato, que es un ion más fácilmente asimilado por las plantas. El amoníaco se produce naturalmente en la mineralización de la materia orgánica nitrogenada del suelo o se aplica directamente como fertilizante químico, el cual, si no es manejado de forma adecuada, puede causar problemas de contaminación de agua por nitratos, lo que finalmente afecta la calidad del agua.

Quílez (2014) señalan que:

El uso de nitrógeno (N) en la agricultura como fertilizante es indispensable para aumentar la producción de los cultivos, pero el aumento de N en los suelos agrícolas lleva asociado un riesgo mayor de contaminación de los ecosistemas. Las pérdidas de nitrógeno pueden afectar tanto a las aguas,

como a la atmósfera, habiendo tomado éstas últimas especial relevancia en los últimos años debido al aumento de emisiones de amoníaco y gases de efecto invernadero. La programación del abonado nitrogenado necesita integrar la gestión de las deyecciones ganaderas, sobre todo en zonas con una alta densidad de explotaciones.

Tapia *et al.* (2013) divulgan que:

Los fertilizantes de acuerdo a los nutrientes que brinden son clasificados en nitrogenados, fosfatados, potásicos y mezclas. Entre los nitrogenados están:

1. Amoníaco anhídrido (82 % N)
2. Urea (46 % N)
3. Nitrato de amonio (33,5 % N)
4. Sulfato de amonio (20,5 % N)

Rodríguez *et al.* (2017) menciona que:

Las investigaciones demuestran que el nitrógeno (N), por ser parte de la gran cantidad de compuestos químicos de la planta, es el elemento más importante en la bioquímica de los organismos vegetales, por este motivo se lo requiere en cantidades altas, por este motivo es considerado un factor limitante en la producción de los cultivos. Dentro del grupo de alternativas que se han planteado como parte del manejo de fertilizantes nitrogenados, es la fijación biológica de nitrógeno. Ésta se realiza por un grupo específico de hongos, bacterias y algas. Se sabe que estos microorganismos, poseen un complejo enzimático que se encargan de convertir al nitrógeno elemental en amonio que es directamente aprovechable por las plantas, o que es oxidado a nitratos por bacterias nitrificantes presentes en los suelos.

Camargo *et al.* (2014) exponen que:

El Nitrógeno (N) es el elemento más importante para la alta productividad del arroz. La fuente inorgánica de nitrógeno más común, es la urea. Los productores deben tomar precauciones para prevenir grandes pérdidas por el

manejo inadecuado de ésta. Evitar aplicar urea en el agua durante la fase de crecimiento temprano, ya que se pierde gran cantidad por volatilización.

CANNA (2019) refiere que:

El nitrógeno es uno de los elementos más importantes que una planta necesita y una parte importante de proteínas, clorofila (hoja verde), vitaminas, hormonas y ADN. Debido a que es un componente de las enzimas, el nitrógeno está involucrado en todas las reacciones enzimáticas y desempeña un papel activo en el metabolismo de la planta.

Camargo *et al.* (2014) exponen que:

La carencia de nitrógeno en el cultivo puede ocasionar los siguientes desórdenes fisiológicos:

- ✓ Las hojas adquieren una coloración verde amarillenta.
- ✓ Reduce el macollamiento de las plantas de arroz.
- ✓ Las hojas son más pequeñas.
- ✓ El rendimiento se reduce considerablemente.
- ✓ Las plantas se tornan más susceptibles al ataque de enfermedades como la helmintosporiosis.

Uhart y Echeverría (2017) describen que:

La principal fuente de N para las plantas es la materia orgánica del suelo, a partir de la cual se genera amonio y nitrato. El nitrato, una vez absorbido es reducido con gasto de energía proveniente de la fotosíntesis. El amonio no necesita ser reducido y es incorporado rápidamente a aminos y amidas dado que no puede ser almacenado porque es tóxico para la planta. Bajo condiciones de baja irradiación, la absorción y reducción de N y la fijación y reducción del carbono pueden entrar en competencia por la energía disponible.

CANNA (2019) indica que:

La deficiencia de nitrógeno retrasa la síntesis de la proteína, impidiendo a la planta su realización óptima. Con el fin de seguir satisfaciendo sus necesidades de nitrógeno, la planta rompe sus propias proteínas. Este desglose de las proteínas produce un excedente de hidratos de carbono que hace que los tallos de las hojas y el tallo de la planta se vuelvan morados.

La clorofila también es desglosada con el tiempo, lo que conduce a la típica hoja de color verde blanqueado o blanca amarillenta, y, por último, las hojas se marchitan y se caen. Las raíces de las plantas que sufren de deficiencia de nitrógeno son en general largas y con pocas ramas. Cuando la deficiencia de nitrógeno se produce en una etapa temprana, la planta entera se ve afectada. Los órganos o bien dejan de formarse, o se forman de manera insuficiente, causando un crecimiento incompleto de la planta. La planta se queda pequeña debido a esto. Cuando la deficiencia de nitrógeno se produce en una etapa posterior, la planta es capaz de desarrollarse plenamente, pero esto va acompañado de los síntomas descritos anteriormente y una reducción sustancial en el rendimiento (CANNA, 2019).

Fontanetto y Keller (2016) señalan que:

El nitrógeno (N) es el elemento que más limitante para la producción de la soja, debido a su alta demanda (80 kg/tn de grano). Los síntomas de deficiencia de N en soja se manifiestan por una disminución en el crecimiento y en la altura de las plantas y por una clorosis que se da primeramente en las hojas más viejas (las inferiores) y que luego se extiende por toda la planta. La provisión de N en la soja se da por dos mecanismos: absorción desde el suelo y fijación biológica mediante la simbiosis con microorganismos.

CANNA (2019) manifiesta que:

Las leves formas de deficiencia de nitrógeno pueden ocurrir durante el crecimiento rápido a plena luz. Debido al aumento de la tasa de fotosíntesis y

la formación de nuevas células, la demanda de nitrógeno en este momento es mayor que lo que las raíces pueden proporcionar. La deficiencia de nitrógeno es generalmente corregida cuando el crecimiento se estanca.

Alfonzo *et al.* (2016) corrobora que:

El arroz es considerado como uno de los cultivos más demandante de fertilizantes nitrogenados en los países productores , y la urea es la fuente de N comúnmente usada, cuya eficiencia de recuperación de N, a partir de este fertilizante es generalmente baja, menor de 40 % para arroz bajo inundación. Mientras que la producción de arroz en condiciones de secano y en suelos ácidos de sabana, generalmente, el N residual de un cultivo es aprovechado por el cultivo subsiguiente, lo que permite disminuir las dosis de aplicación de N-fertilizante y los riesgos de contaminación de los acuíferos y reservas de agua.

De acuerdo a Rojas (2012) “Estudios realizados demuestran que la mayoría de los agricultores aplican 150 kg/ha de Nitrógeno aplicado al momento de la siembra y a los 25 y 45 días después de la siembra”.

1.6. Hipótesis

Ho= La aplicación del nitrógeno no influye en el rendimiento del cultivo de arroz.

Ha= La aplicación del nitrógeno influye en el rendimiento del cultivo de arroz.

1.7. Metodología de la investigación

Para la elaboración del presente documento práctico se realizó encuestas a diez (10) agricultores productores de arroz en la zona de Pueblo Viejo. Las encuestas estuvieron constituidas por diez preguntas cerradas, las mismas que fueron tabuladas mediante microsoft Excel y diagramadas con gráficos circular. Además, se recopiló información de libros, revistas, periódicos, artículos científicos, ponencias, congresos, páginas web, que estuvieron sometidas a la técnica de análisis, síntesis y parafraseo.

CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El documento se realizó con la finalidad de validar la importancia de la aplicación del nitrógeno en el cultivo de arroz.

Los cultivos requieren de fertilizantes para el buen desarrollo de su producción, sin embargo se ha logrado determinar que la mayoría de las plantas requieren para su óptimo desarrollo la aplicación de elementos primarios o también llamado macroelementos, entre los que se destaca el nitrógeno.

La aplicación óptima de dosis de nitrógeno que requiere el cultivo de arroz ha contribuido para que el cultivo obtenga mayor rendimiento por unidad de superficie.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

Las situaciones se detectaron mediante los siguientes resultados:

1. Cuantas hectáreas siembra de cultivo de arroz?

El 40 % de los agricultores siembran entre 4 – 6 has, mientras que el 30 % de los productores siembran entre 1 – 3 has y el otro 30 % siembra entre 7 – 9 has.

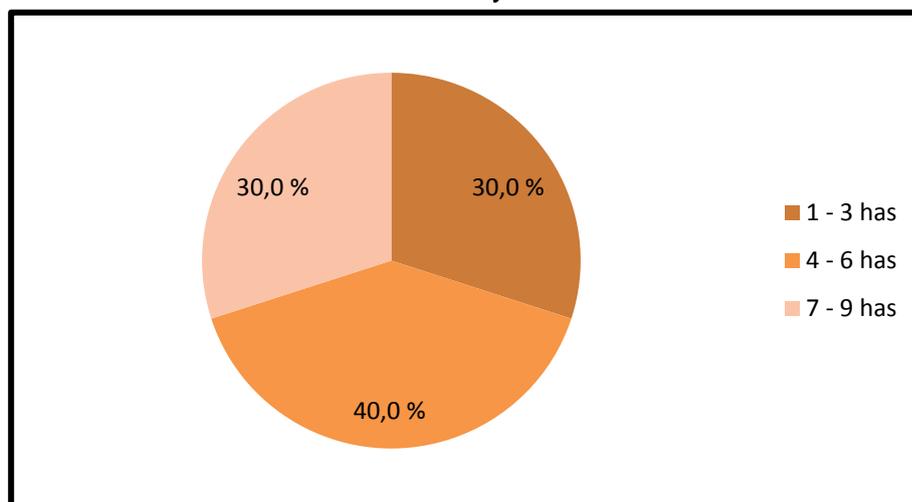


Gráfico 1. Hectáreas sembradas del cultivo de arroz.

2. Que época de siembra considera más rentable?

El 60 % de los agricultores considera que la época de siembra más rentable es bajo las condiciones de riego, mientras que el 40 % señala que es mejor bajo condiciones de secano.

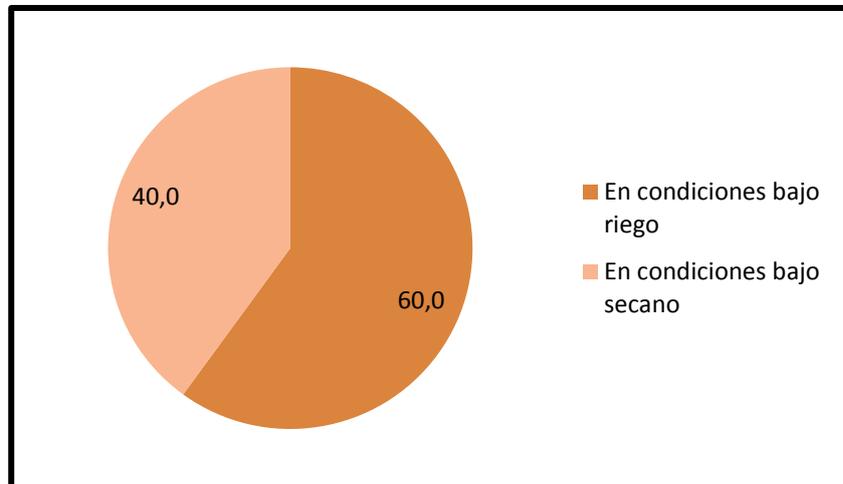


Gráfico 2. Época de siembra rentable

3. ¿Si utiliza riego, que tipo aplica?

El riego por bombeo es utilizado por el 80 % de los agricultores y el 20 % lo realiza mediante gravedad.

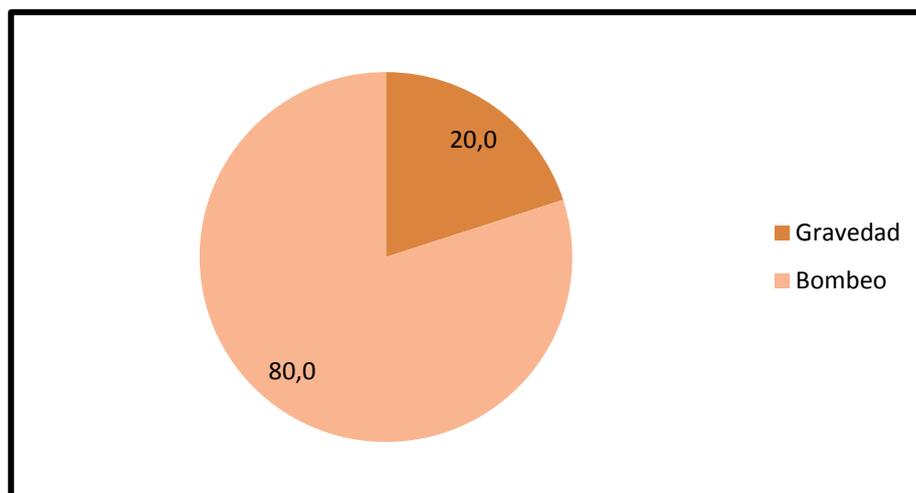


Gráfico 3. Tipo de riego utilizado

4. ¿Qué método de siembra utiliza?

El 70 % de los agricultores utilizan el método de siembra al voleo; sin embargo, el 30 % realiza la siembra por trasplante.

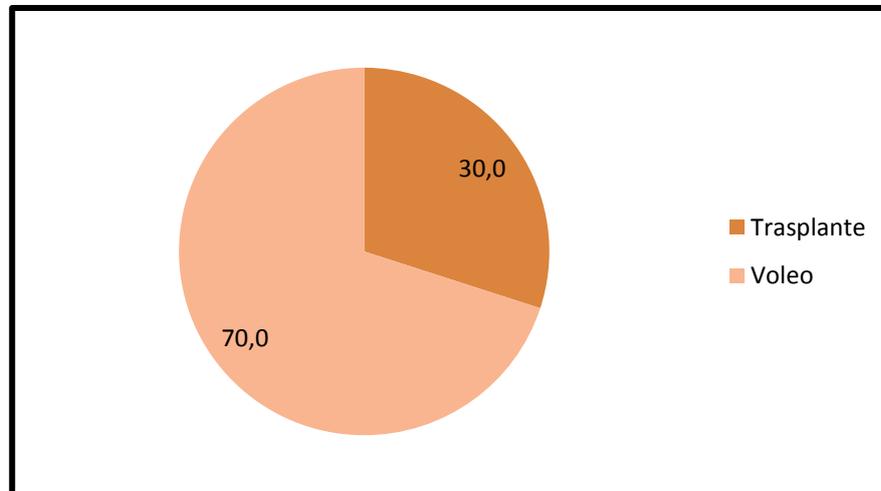


Gráfico 4. Métodos de siembra utilizada

5. ¿Qué tipo de semilla de arroz utiliza?

Según la encuesta realizada, el 90 % de los agricultores utilizan semilla de arroz clasificada y el 10 % emplean variedad reciclada.

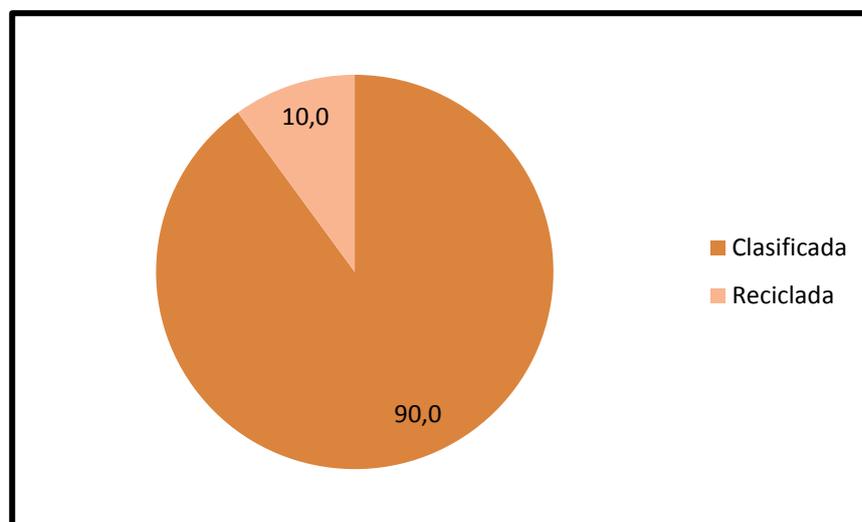


Gráfico 5. Semilla de arroz utilizada

6. Ha efectuado análisis de suelo?

El estudio realizado indica que el 90 % de los productores no han realizado análisis de suelo, por tanto, desconocen la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo y el 10 % si ha efectuado análisis de suelo.

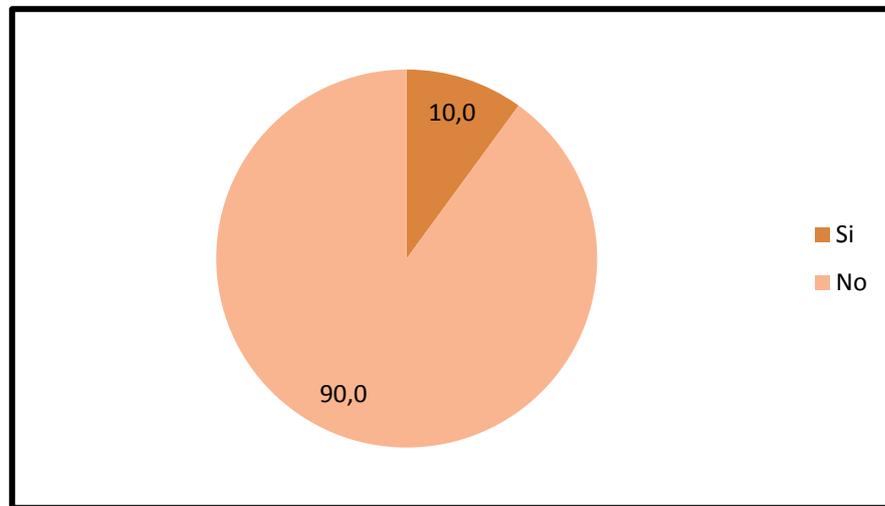


Gráfico 6. Productores que realizan análisis de suelo

7. Qué tipo de fertilizantes utiliza?

El 90 % de los agricultores utilizan urea y muriato de potasio, mientras que el 10 % utiliza solo urea y no existen productores arroceros que utilizan muriato de potasio solo.

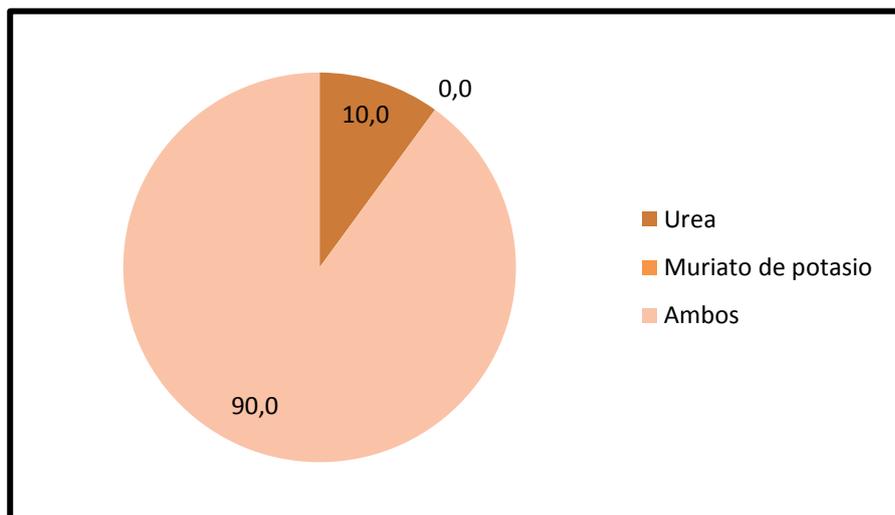


Gráfico 7. Fertilizantes utilizados en la producción de arroz.

8. Utiliza productos orgánicos?

El 100 % de los agricultores arroceros utilizan productos orgánicos complementarios con la fertilización química en el cultivo de arroz.

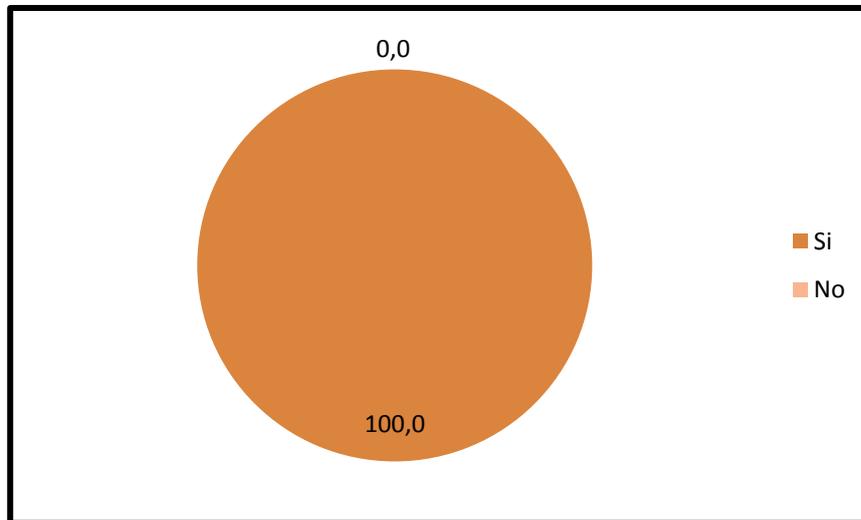


Gráfico 8. Productos orgánicos utilizados

9. Considera Ud. que los fertilizantes aplicados influyen en los rendimientos del cultivo de arroz?

El 100 % de los productores determinan que los fertilizantes si influyen en cuanto al rendimiento del cultivo de arroz.

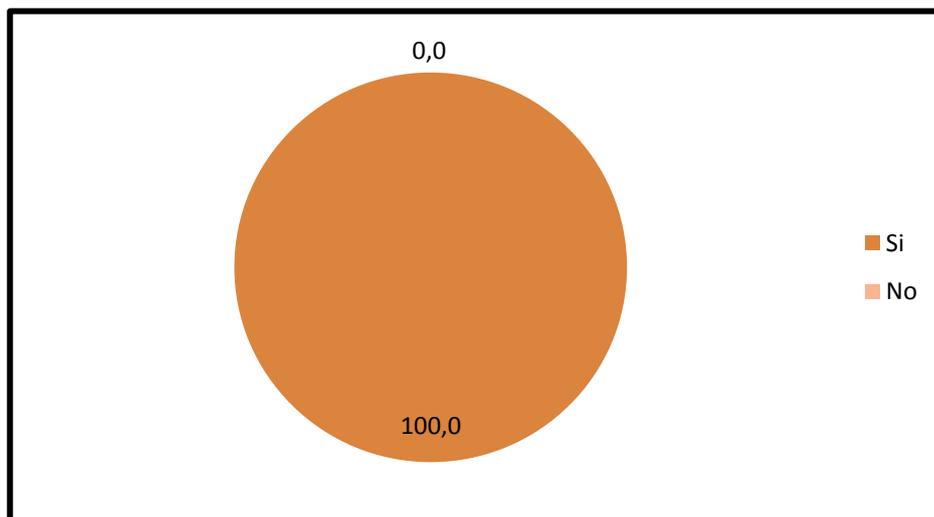


Gráfico 9. Influencia de los fertilizantes en el cultivo de arroz.

10. Considera que los costos de producción son elevados en función de la rentabilidad?

El 100 % de los agricultores indican que los costos de producción son elevados en función de la rentabilidad del cultivo de arroz.

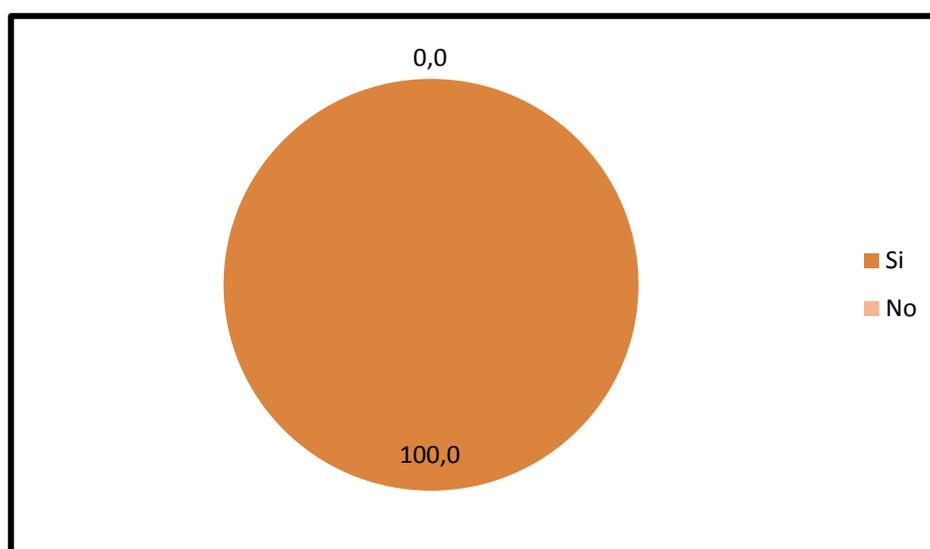


Gráfico 10. Costos de producción influyen en la rentabilidad del cultivo de arroz.

2.3. Soluciones planteadas

La planta de arroz requiere el nitrógeno durante todo su ciclo de desarrollo, sin embargo, existen períodos críticos en que este elemento debe suministrarse con su debida oportunidad para que su efecto se refleje en aumentos importantes de rendimiento de grano. El período más crítico es aquel que corresponde a la iniciación de la macolla, que en ciertas variedades se produce entre los 35 y 40 días después de la siembra. El nitrógeno en esta etapa, influye en el número de panojas por superficie y en el número de granos por panoja. La aplicación del fertilizante en este período, coincide con la época de control de las malezas con herbicidas químicos (control de malezas de hoja ancha). Otra etapa crítica, aunque en menor grado, es aquella que corresponde al período anterior a la floración, aproximadamente 10 días antes de este período. En esta etapa, el nitrógeno determina en cierta medida el llenado del grano.

Por tanto, la solución planteada radica en aplicar el nitrógeno para el desarrollo y crecimiento vegetativo del cultivo de arroz, con la finalidad de incrementar los rendimientos y obtener beneficios económicamente rentables.

2.4. Conclusiones

Por lo expuesto anteriormente se concluye lo siguiente:

Los agricultores poseen lotes de terreno para la siembra del cultivo de arroz, generalmente entre 4 – 6 has, efectuando la labor de siembra con semilla clasificada mediante el método al voleo, regando con bombeo, considerándose al cultivo “bajo las condiciones de arroz de riego”.

La mayoría de los agricultores efectúa fertilización con Urea y Muriato de Potasio complementaria con productos orgánicos, sin efectuar el respectivo análisis de suelo, repercutiendo en los rendimientos por no aplicar las dosis adecuadas de los nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo, elevando así los costos de producción de una hectárea.

La aplicación de nitrógeno es indispensable durante el ciclo del cultivo, desde la siembra hasta antes de la floración, para evitar periodos críticos en el cultivo que van a repercutir en su producción.

2.5. Recomendaciones (propuesta para mejorar el caso)

Por las conclusiones obtenidas se recomienda:

- ✓ Aplicar 150 kg/ha nitrógeno en el cultivo de arroz, con la finalidad de incrementar los rendimientos del cultivo, específicamente bajo condiciones de riego en la zona de Pueblo Viejo.
- ✓ Realizar el respectivo análisis de suelo con 25 días antes de iniciar la siembra del cultivo, para estimar los nutrientes necesarios para el desarrollo y producción de los cultivares.

- ✓ Optimizar el uso de los fertilizantes en dosis y época adecuada, utilizando las dosificaciones de acuerdo a los resultados del análisis de suelo, con la finalidad de reducir los costos de producción en una hectárea de arroz.

BIBLIOGRAFÍA

Agromática. 2014. La (gran) importancia del nitrógeno en las plantas. Disponible en <https://www.agromatica.es/importancia-del-nitrogeno-en-las-plantas/>

Alfonzo, N., España, M., López, M., Cabrera, E., Abreu, P. 2016. Eficiencia de uso del nitrógeno en arroz de secano en un suelo ácido del occidente del estado Guárico. *Agronomía Trop.* 61(3-4): 215-220.

Álvarez, R. 2017. Balance de nitrógeno en cultivos de trigo. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica de Trigo Campaña 2016. Publicación Miscelánea N° 105

Álvarez-Carrillo, F., Rojas-Molina, J., Suárez-Salazar, J. 2015. Contribución de esquemas de fertilización orgánica y convencional al crecimiento y producción de *Theobroma cacao* L. bajo arreglo agroforestal en Rivera (Huila, Colombia). *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.*, Mosquera (Colombia), 16(2): 307-314. julio - diciembre / 2015. ISSN 0122-8706

ANAR. Asociación Nicaragüenses de Arroceros. 2016. El cultivo de arroz. Disponible en <http://anar.com.ni/arroz/i-que-es-el-arroz/> Consultado el 5 de febrero del 2018.

Anffe. 2017. La importancia de los fertilizantes en una agricultura actual productiva y sostenible. Disponible en <http://www.anffe.com/noticias/2008/2008-06-02%20La%20importancia%20de%20los%20fertilizantes%20en%20una%20agricultura%20actual%20productiva%20y%20sostenible/LA%20IMPORTANCIA%20DE%20LOS%20FERTILIZANTES.pdf>

Brito, D., Chica, E. 2019. Estudio de los Niveles de Fertilidad y su Influencia en la Productividad del Cultivo de Arroz (*Oryza sativa*) en el Recinto Las Maravillas del Cantón Daule. Disponible en

<https://core.ac.uk/download/pdf/12414326.pdf>

Camargo, I., Quirós, E., Zachrisson, B. 2014. Innovación tecnológica para el manejo integrado del cultivo de arroz en Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá Departamento de Edición y Publicaciones Panamá. ISBN 978-9962-677-39-0. Pág. 105-106

CANNA. 2019. Nitrógeno guía deficiencia. Disponible en http://www.canna.es/info-courier_nitrogen

Cárdenas, J., Sánchez-Yáñez, J., Farías-Rodríguez, R., Peña-Cabriales, J. 2014. Los aportes de nitrógeno en la agricultura. Revista Chapingo Serie Horticultura 10(2): 173-178.

Carreño, M. 2014. Los fertilizantes nitrogenados y su aplicación. Disponible en <https://www.infotopo.com/exteriores/jardin/los-fertilizantes-nitrogenados-y-su-aplicacion>

Carriel, J. 2014. La importancia de los fertilizantes. Disponible en <http://www.prensalibre.com/vida/fertilizantes-plantas-hojas-abono-0-1158484217>

Carvajal, J., Mera, A. 2014. Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. Producción + Limpia. Vol.5, No.2

Daza-Torres, M., Ladino-Tabarquino, G., Urrutia-Cobo, N. 2018. Beneficios agronómicos y ambientales de fuentes de fertilizantes nitrogenados en *Ocimum basilicum* L. Universidad Nacional de Colombia. Revista DYNA, 85(206), pp. 294-303, September, 2018, ISSN 0012-7353

Domínguez, G., Studdert, A., Echeverría, H., Andrade, F. 2014. Sistemas de cultivo y nutrición nitrogenada en maíz. Publicado en Ciencia del Suelo 19:47-56.

Fontanetto, H., Keller, O. 2016. Consideraciones sobre el manejo de la fertilización

de la soja. Inta – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información técnica cultivos de verano. Publicación Miscelánea N° 106

Infoagro. 2017. El cultivo de arroz. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm> Consultado el 10 de enero del 2018.

Infoagro. 2018. Los quelatos de microelementos. Disponible en http://www.infoagro.com/abonos/microelementos_quelatados.htm

INIAP. 2017. Una nutrición apropiada del cultivo de arroz mejora resultados. Disponible en http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=907:una-nutricion-apropiada-del-cultivo-de-arroz-mejora-resultados&catid=97&Itemid=208 Consultado el 2 de abril del 2018.

Jaramillo, S., Pulver, E., Duque, M. 2017. Efecto del Manejo de la Fertilización Nitrogenada en Arroz de Riego, sobre la Expresión del Potencial de Rendimiento de Líneas Elite y Cultivares Comerciales. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0002-192X2011000100002&script=sci_arttext

Ministerio de Agricultura. 2019. Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>

Molina, E. s.f. Nutrición y Fertilización. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Informaciones Agronómicas No. 40. Disponible en [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/D4E5F648629449B0852579A30079AC9D/\\$FILE/Nutrici%C3%B3n%20y%20fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20naranja.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/D4E5F648629449B0852579A30079AC9D/$FILE/Nutrici%C3%B3n%20y%20fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20naranja.pdf)

Monroy, J., Vera, J., Carrera, M., Grageda, O., Peña, J. 2012. Absorción de nitrógeno (15n) y productividad del agua por el cultivo de fresa (Fragaria x

ananasa) en "El Bajío", México Terra Latinoamericana, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Vol. 20, núm. 1, pp. 65-69

Monteros, A. y Salvador, S. 2015. Rendimientos de arroz en cáscara segundo cuatrimestre 2015. Disponible en http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_arroz_segundo_quatrimestre2015.pdf Consultado el 4 de abril del 2018.

Moreno, T. 2014. Efecto de la distribución espacial de las propiedades edáficas sobre el manejo de la fertilidad de dos suelos agrícolas. Revista UDO Agrícola 9 (4): 901-911.

Muñoz, J., Martínez, L., Giraldo, R. 2018. Variabilidad espacial de propiedades edáficas y su relación con el rendimiento en un cultivo. Agron. colomb., Volumen 24, Número 2, p. 355-366, 2006. ISSN electrónico 2357-3732. ISSN impreso 0120-9965.

Muñoz, L., Lucero, A. 2018. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de papa criolla Solanum phureja Agronomía Colombiana, vol. 26, núm. 2. Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia. pp. 340-346

Parques Alegres. 2017. Importancia de la fertilización. Disponible en <http://parquesalegres.org/biblioteca/blog/importancia-de-la-fertilizacion/>

Quílez, D., Moreno-García, B., Guillén, M. 2014. Fertilización orgánica y mineral del cultivo de arroz en Aragón. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Zaragoza.

Quiminet. 2008. El uso de la urea como fertilizante. Disponible en <https://www.quiminet.com/articulos/el-uso-de-la-urea-como-fertilizante-31411.htm>

Quintero, C. 2018. Fertilización para altos rendimientos de arroz en la región templada argentina. Archivo Agronomico # 17. Disponible en

[http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/5F6E6EAE266A3B960325827500670DE1/\\$FILE/AA%2017.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/5F6E6EAE266A3B960325827500670DE1/$FILE/AA%2017.pdf)

Quirós, R., Ramírez, C. 2016. Evaluación de la fertilización nitrogenada en arroz inundado. Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 17, núm. 2, pp. 179-188

Reussi, N., Echeverría, H. 2016. Estrategias de fertilización nitrogenada en trigo: balance hídrico para el sur bonaerense. *Ciencia del suelo*. Buenos Aires. versión On-line ISSN 1850-2067. *Cienc. Suelo*. v.24 n.2

Rodríguez, I. 2014. Fertilizantes orgánicos y convencionales: la combinación perfecta para mejores rendimientos. Disponible en <http://videos.3wmexico.com/2000agro/56/files/assets/common/downloads/page0044.pdf>

Rodríguez, J., Colina, E., Castro Arteaga, C., García, G., Uvidia, M., Santana, D. 2017. Eficiencia agronómica del arroz INIAP-17 con niveles de fertilización química y biológica en el Litoral Ecuatoriano. *Journal of science and research: revista ciencia e investigación*, E-ISSN: 2528-8083, Vol. 2, Nº. 6, PP. 10-15

Rojas, C. 2012. Uso económico de fertilizantes en arroz. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR10764.pdf>

Salazar-Sosa, E., Beltrán-Morales, A., Fortis-Hernández, M. Leos-Rodríguez, J., Cueto-Wong, J., Vázquez-Vázquez, C., Peña-Cabriales, J. 2014. Mineralización de nitrógeno en el suelo y producción de maíz forrajero con tres sistemas de labranza Terra Latinoamericana, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Vol. 21, núm. 4, pp. 569-575

Sawchik, J. 2014. Dinámica del nitrógeno en la rotación cultivo pastura bajo laboreo convencional y siembra directa. Disponible en http://www.inia.org.uy/novedades/jorge_sawchik.pdf

Smart. 2015. Fertilizantes nitrogenados. Disponible en <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/nitrogen-fertilizers>

Tapia, L., Hernández, A., Larios, A., Fernandez, V. 2013. Producción de arroz palay en la región del valle de Apatzingán. Primera Edición Impreso en México. Printed in México ISBN : 978-607-37-0033-7 Folleto Técnico Núm 1.

Uhart, S., Echeverría, H. 2017. El rol del nitrógeno y del fósforo en la producción de maíz. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Sergio_Adolfo_Uhart/publication/311715308_El_rol_del_nitrogeno_y_del_fosforo_en_la_produccion_de_maiz/links/585dbc0708ae329d61f69580/El-rol-del-nitrogeno-y-del-fosforo-en-la-produccion-de-maiz.pdf

Urzúa, H. 2015. Beneficios de la Fijación Simbiótica de Nitrógeno en Chile. Ciencia e Investigación Agraria. Vol. 32 No2.

Vadequímica. 2017. La importancia de los fertilizantes químicos. Disponible en <https://www.vadequimica.com/blog/2015/06/la-importancia-de-los-fertilizantes-quimicos/>

ANEXOS

Encuestas realizadas a los agricultores arroceros

1. Cuantas hectáreas siembra de cultivo de arroz.

1 – 3 has (x)

4 – 6 has ()

7 – 9 has ()

2. Que época de siembra considera más rentable?

En condiciones bajo riego ()

En condiciones bajo secano (x)

3. Si utiliza riego, que tipo aplica:

Gravedad (x)

Bombeo ()

4. Que método de siembra utiliza

Trasplante ()

Voleo (x)

5. Qué tipo de semilla de arroz utiliza

Clasificada (x)

Reciclada ()

6. Ha efectuado análisis de suelo

Si (x)

No ()

7. Qué tipo de fertilizantes utiliza

Urea (x)

Muriato de potasio ()

Ambos ()

8. Utiliza productos orgánicos

Si ()

No (x)

9. Considera Ud. que los fertilizantes aplicados influyen en los rendimientos del cultivo de arroz?

Si (x)

No ()

10. Considera que los costos de producción son elevados en función de la rentabilidad?

Si (x)

No ()