CAPÍTULO 1

1. EL ARROZ

1.1. Taxonomía

El arroz es una fanerógama, tipo espermatofita, subtipo angiospermo.Ver tabla 1.1.

Tabla1.1. TAXONOMÍA DEL ARROZ

Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideas
Tribu:	Oryzeae
Subtribu:	Oryzineas
Genero:	Oryza
Fuente: INIAP – 2007 (1)	

Existen más de veinte especies correspondientes al género Oryza, pero se cultiva la O. Sativa y la O. Glaberrima. Las más

importantes variedades se han dividido en tres grandes grupos (2).

En la especie Oryza sativa L. se considera tres grupos de arroz “Indica”, “Japónica” y “Javanica o Bulú”. Su origen puede ser el resultado de las selecciones hechas en los procesos de domesticación de arroceros silvestres, bajo diferentes ambientes. Los arroces “Indica” y “Japónica” fueron considerados como subespecies de Oriza Sativa L, y ahora son considerados como razas ecogeográficas (1).

Las variedades tradicionales de tipo “Índica” cultivadas en los trópicos tienen como características: mayor altura, macollamiento denso, hojas largas e inclinadas de color verde pálido, y grano de tamaño medio a largo, y contenido amilosa de medio a alto lo cual le da el aspecto seco, blanco y poco desintegrado en la cocción (1).

Los trabajos de mejoramiento genético han producido variedades de arroz tipo “Índica”, de estatura corta, alto macollamiento y de buena respuesta a las aplicaciones de

fertilizantes nitrogenados, produciendo rendimientos tan altos como los de “Japónica” (1).

Las variedades de tipo “Japónica” tienen hojas erectas de color verde intenso, con menor capacidad de macollamiento que las “Índicas”, con mayor respuesta al nitrógeno en rendimiento; son insensibles al fotoperiodo y tolerantes a bajas temperaturas. Los granos son cortos y anchos con contenido de amilosa baja son pegajosos y tienden a desintegrarse en la cocción (1).

El tipo “Javánica o Bulú”, es morfológicamente similar al tipo “Japónica”, pero sus hojas son más anchas y pubescentes, su macollamiento es bajo, pero la planta es fuerte y rígida, insensible al fotoperiodo y los granos son aristados. Está adaptada a bajas latitudes y se encuentra principalmente en Indonesia (2).

Morfológicamente la planta de arroz se clasifica en dos grupos de órganos y estos se dividen en: órganos vegetativos y órganos reproductivos (1).

Órganos Vegetativos. Están compuestos por: raíz, tallo y hojas.

Raíz. Las plantas tienen dos tipos de raíces: las seminales o temporales, y las adventicias o permanentes. Las primeras sobreviven corto tiempo y son reemplazadas por las segundas que brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes, y en algunos casos también de los nudos aéreos. Las raíces adventicias son fibrosas, con raíces secundarias y pelos radicales. La punta de las raíces está protegida por una masa de células de forma semejante a la de un dedal, llamada coleorriza, la cual facilita su penetración en el suelo (1).

Tallo. La planta de arroz es una gramínea anual de tallos redondos y huecos, compuestos de nudos y entrenudos en un número variable. Los entrenudos de la base no se elongan, lo cual hace que la base del tallo sea sólida. Los cinco entrenudos superiores se prolongan de manera creciente a fin de llevar la inflorescencia sobre la planta. El último entrenudo (pedúnculo) termina en el nudo ciliar de donde continúa la panícula (3).

Los entrenudos son abultados y sólidos; en su interior está el septo o división que separa las cavidades huecas de dos entrenudos consecutivos. La superficie del tallo es lisa por fuera y finamente estriada por dentro (3).

Un hijo es un tallo con sus hojas. Los hijos se desarrollan en orden alterno en el tallo principal. Los hijos primarios se originan en orden ascendente en los nudos más bajos y a su vez producen hijos secundarios; éstos últimos producen hijos terciarios. El conjunto de hijos y tallos principales forman los macollos características de la especie (3).

Hojas. En cada nudo del tallo se desarrolla una hoja, la superior que se encuentra debajo de la panícula se la conoce como hoja bandera y es más corta y ancha que las precedentes (1).

En una hoja completa se distinguen la vaina, el cuello y la lámina. En el cuello se encuentra la lígula y las aurículas que son estructuras que fijan las hojas alrededor del tallo a manera de protección (1).

Órganos Reproductivos. Están compuestos por: espiguillas y semillas

Espiguillas: Las espiguillas de la planta de arroz están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula, que están situadas sobre el nudo apical del tallo. La base de la panícula se denomina cuello. Una espiguilla consta de dos lemmas estériles, glumas rudimentarias y la florecilla. La florecilla consta de dos brácteas o glumas florales (lemma y pálea) con seis estambres y un pistilo (3).

Semillas. El grano de arroz es un ovario maduro, seco e indehiscente; consta de la cáscara, formada por la lemma y la pálea; el embrión, situado en el lado ventral cerca de la lemma, y el endosperma que provee alimento al embrión durante la germinación. El fruto es una cariópside (1).

1.2. Crecimiento y Desarrollo del Arroz

El crecimiento de la planta de arroz es un proceso fisiológico continuo que comprende un ciclo completo de la germinación hasta la maduración del grano. El desarrollo de la planta de arroz es un proceso de cambios fisiológicos y morfológicos que

tiene lugar en la planta y modifica su funcionamiento. El crecimiento y desarrollo de la planta de arroz se divide en tres fases principales: vegetativa, reproductiva y maduración (1).

Fase Vegetativa. Comprende desde la germinación de la semilla hasta la iniciación de la panícula. En esta fase el proceso da inicio a la germinación, seguido de la formación de la plántula, macollamiento, y concluye en la elongación del tallo (1).

Fase Reproductiva. Comprende desde la iniciación de panícula hasta la floración. En esta fase se da el inicio del primordio floral, desarrollo de la panícula, y la floración (1).

Fase Maduración. Comprende desde la floración hasta la madurez total de los granos. En ambientes tropicales la fase reproductiva tiene un periodo de 30 días y la maduración entre 30 y 35 días. En esta fase se requiere alta radiación solar, ausencia de estrés, plantas en condiciones sanas para que tenga un buen periodo de llenado de granos y una maduración uniforme. Esta fase da inicio al grano lechoso, grano pastoso y finaliza con el grano maduro (1).

Estas fases se subdividen en diez etapas o periodos fisiológicos distintos pero de fácil identificación.

1.2.1. Etapa Vegetativa

Etapa 0

Germinación Emergencia. Desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja a través del coleóptilo, demora de 5 a 10 días. La semilla absorbe agua se hincha comienza el metabolismo de sus reservas de almidón y proteínas, crece el embrión se activa la respiración. La primera hoja que carece de lámina rompe el coleóptilo y se hace visible sobre el suelo (5).

Etapa 1

Plántula. Desde la emergencia hasta antes de aparecer el primer hijo o macollo, tarda de 15 a 20 días (1) (5) (6).

Etapa 2

Macollamiento. Desde la aparición del primer hijo o macollo hasta cuando la planta alcanza el número máximo de ellos, o hasta el comienzo de la siguiente etapa. Su duración depende del ciclo de la vida de la

variedad. En la variedad INIAP-14 Boliche varía entre 25 y 35 días (1) (5) (6).

Etapa 3

Elongación del Tallo. Desde el momento en que el cuarto entrenudo del tallo principal empieza a destacarse por su longitud, esto es por debajo de la inflorescencia, hasta el comienzo de la siguiente etapa, varía de cinco a siete días (1).

1.2.2. Etapa Reproductiva

Etapa 4

Iniciación de la Panícula o Primordio. Desde cuando se inicia el primordio de la panícula en el punto de crecimiento, hasta cuando la panícula diferenciada es visible como “punto de algodón”, tiene un lapso de 10 a 11 días (1) (6).

Etapa 5

Desarrollo de la Panícula. Desde cuando la panícula es visible como una estructura algodonosa, hasta cuando la punta de ella está inmediatamente debajo del cuello de la

hoja bandera. En el primordio se diferencia las espiguillas y forman con el raquis la inflorescencia que ofrece dentro de la vaina de la hoja de bandera (embuchamiento). Esta etapa demora entre 15 y 16 días (1) (6).

Etapa 6

Floración. Desde la salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera hasta cuando se completa la antesis en toda la panícula. Tiene un lapso de 7 a 10 días (1) (6).

1.2.3. Etapas de Maduración

Etapa 7

Grano Lechoso. Desde la fertilización de las flores hasta cuando las espiguillas están llenas de un líquido lechoso. Varía de 7 a 10 días (1) (6).

Etapa 8

Grano Pastoso. Desde cuando el líquido que contiene los granos tiene una consistencia lechosa, hasta cuando es pastosa dura. Su periodo es de 10 a 13 días (1).

Etapa 9

Grano Maduro. Desde cuando los granos contienen una consistencia pastosa, hasta cuando están totalmente maduros. Su tiempo es de 6 a 7 días (1) (6).

En esta investigación se escogió la variedad Fedearroz - 50 (F - 50), por su excelente adaptación en época invernal.

Fedearroz - 50, se obtiene del cruce de Oryzica Llanos 4(P5413-8-3-511), con la línea P1274-6-8M-1-3M-1, obteniéndose una planta completa de crecimiento inicial rápido, rústica, de follaje verde intenso con hojas semierectas, alto potencial de rendimiento y excelente calidad de molinería (7) (8). Ver tabla 1.2 características agronómicas de arroz, variedad F - 50.

La variedad F - 50, presenta un comportamiento agronómico, resistente a enfermedades y plagas, generando un rendimiento productivo de 115 – 140 qq / ha (1) (20).

Tabla 1.2. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL ARROZ VARIEDAD F- 50

Periodo vegetativo	130-135 días
Macollamiento Intermedio	Sistema de siembra tradicional
Macollamiento Alto	Sistema de siembra transplante
Tipo de Planta	Semicompacta
Tallos	Flexibles, alta resistencia al vuelco
Hoja Bandera	Erecta, senescencia tardía,
Vaneamiento	12 % - 25 %
Rendimiento molinera	Bueno
Fuente: Fedearroz- India (9)	

Resistencia a Enfermedades. Resistente a seis linajes de ***Pyricularia grisea***, (hoja y cuello); Tolerante a ***HemiInthosporium***, y complejo de manchado de grano, tolerante al virus de la hoja blanca (9).

Resistencia a Plagas. Muy resistente al daño de ***Sogata***; Tolerante a ***Hydrelia*** y Barrenadores (***Diatrea; Rupela***); susceptible al enrollador de la hoja (***Syngamia***) (9).

Manejo del Riego. La semilla de esta variedad no tolera la inundación permanente. En proceso de germinación se deben efectuar riegos ligeros o mojes, seguidos de un

buen drenaje. Posterior a la germinación, hasta finales del ciclo, La variedad F - 50, tolera láminas de agua como cualquier otra variedad. La frecuencia de riego depende de las características físicas del suelo (liviano o pesado) (9).

Fertilización. La variedad F - 50, responde bien a las dosis y épocas de fertilización promedio de cada zona. Un análisis de suelos y a la recomendación de su ingeniero agrónomo son factores importantes para tener resultados óptimos (9).

Densidad de Siembra. Deben utilizarse entre 60 - 120 kilogramos de semilla por hectárea, según el tipo de siembra, suelo y zona de producción. En la medida en que se incrementa la densidad de siembra, disminuye el macollamiento, y la variedad F - 50, se hace más propensa a la ***Rhizoctonia*** (9).

Cosecha. La variedad F - 50, presenta un desgrane intermedio, lo que permite que se deba cosechar con una humedad del 24 %. Por las características de desgrane

intermedio, las combinadas y operarios deben regirse por los siguientes aspectos técnicos, que deben ser aplicados específicamente para obtener resultados favorables en el cosechado mecánico. Ver parámetros técnicos en la tabla 1.3 (9).

Tabla 1.3. ASPECTOS TÉCNICOS PARA LA COSECHA DE ARROZ VARIEDAD F- 50

Velocidad de corte	Máximo 3 kilómetros por hora
Velocidad de molinete	Cerca de 20 revoluciones por minuto
Velocidad del cilindro	De 600 a 700 revoluciones por minutos
Calibración de las combinadas	Muchos agricultores pierden hasta el 15 % de sus cosechas por no tener en cuenta este factor en la recolección
Fuente: FEDEARROZ (9)	

1.3. Producción de Arroz en Piscinas

En el Ecuador el cultivo del arroz se realiza tanto en el invierno o período lluvioso denominado de secano, como en el verano o período seco, dependiendo exclusivamente de fuentes de aguadulce proveniente de ríos o de pozos profundo, considerando

este recurso muy importante para producir el cultivo de la gramínea.

Para la producción de arroz en piscinas, se debe adecuar las parcelas que consiste en una nivelación del terreno al hacer cortes y rellenos para formar piscinas con formas regulares o bien siguiendo las curvas de nivel. La superficie adecuada de las piscinas debe ser de 1 a 5 hectáreas, donde la maquinaria será más eficiente. Para evitar grandes movimientos de tierra, es recomendable la adecuación por curvas de nivel. Es importante considerar la altura de los muros, se recomienda muros bajos de 45 centímetros para que la maquinaria pase sin problemas (1).

Las ventajas de construir piscinas para la producción de arroz, permiten retener el agua en las parcelas con una mejor distribución, pudiéndose crear algunos métodos de regadíos como: inundación continua, inundación intermitente, así como también buen aprovechamiento de los fertilizantes que se aplican en el arroz, no obstante estos deben ser aplicados en las piscinas con niveles mínimos de agua (condiciones de lodo) para su mejor aprovechamiento (1).

1.3.1. Labores Culturales

Las labores que se efectúan en el cultivo de arroz se detallan a continuación:

Preparación de Suelos. Su importancia es optimizar las condiciones para el buen manejo, crecimiento y desarrollo del cultivo el mismo que se realiza bajo condiciones de terreno seco o inundado. Para la primera se utiliza implementos como arados, romplow y rastra, mientras que para la segunda a más de las mencionadas se realiza el fangueo que consiste en batir el suelo (dos pases), en el segundo pase de fangueo se acopla un madero al tractor para nivelar el suelo (1) (10).

Elaboración de Parrillas. Esta labor consiste en elaborar los caballones o diques para contención del agua, cuando el cultivo está en condiciones de riego. Para su construcción se tiene en cuenta las curvas de nivel del terreno para lograr una inundación homogénea y continua. Los caballones o diques (parrillas), pueden ser permanentes o temporales dependiendo las cosechas, esto es para una o varias (2).

Sistema de Riego y Drenaje. Las necesidades del cultivo de arroz se estiman entre 800mm y 1,240mm aproximadamente.

Los períodos de mayor demanda de humedad son el establecimiento de las plantas, el macollamiento y desde la floración hasta el llenado del grano. Deficiencias en el riego durante las etapas de establecimiento y macollamiento pueden incidir sobre el número de hijos por planta (12) (13) (11).

Los métodos de riegos en el cultivo de arroz varían por causas de clima, suelo, topografía y suplemento de agua. En el país el método mas utilizado es el de sumersión continua, en el área de siembra de secano el agua proviene de las precipitaciones ocurridas en los meses de lluvias (diciembre - abril) y en los sistemas de “poza veranera” el agua se acumula por efecto de la inundación provocada por lluvias y desbordamientos de ríos, donde los agricultores cultivan en forma secuencial en la época seca a medida que baja la lámina de agua. Otro sistema de riego es la inundación intermitente, practicada especialmente en áreas

con suministro limitado de agua. En el Ecuador, este método se lo está estudiando con el Sistema intensivo del Cultivo de Arroz (System Rice Intensification, SRI), para su adopción (1).

Preparación de Semilleros. Los semilleros que deben establecerse para el caso del método de transplante, primero se realiza en suelos fangueados y bien nivelados, levantando camas o bancos entre 0.05 y 0.10 m de altura del nivel del suelo, el ancho varia de 1 a 2 m y el largo entre 20 a 30 m. La semilla pregerminada se siembra al voleo con una densidad de 250 g / m^2. El semillero de cama se utiliza sobre los muros o en partes altas del terreno, la siembra es a espeque, con semilla seca, la cantidad de semilla para una hectárea es similar al de las camas húmedas (1).

Siembra. Las técnicas de siembra utilizadas en el Ecuador son: siembra directa y transplante. La siembra directa se la realiza a máquina, con sembradora y al voleo en dos formas: mecánica (voleadora), y manual con semilla seca y tapada con pase de rastra superficial. La cantidad de semilla utilizada es de 100 kg / ha. Cuando se usa la técnica

de transplante se requiere de 45 kg de semilla para establecer el semillero necesario para una hectárea. Las distancias de siembras en transplante y espeque con semilla seca y pregerminada son: 0,30 m x 0,20 m; 0,25 m x 0,30 m; 0,25 m x 0,25 m; 0,30 m x 0,30 m (1).

Control de Malezas. Las malezas se encuentran entre los principales daños que interfieren con el cultivo de arroz y para su manejo el productor realiza una inversión aproximado del 28 % del costo total de producción. El cultivo de arroz tiene un periodo crítico de interferencia comprendido entre los 0 - 40 días de edad en el cual no deben presentarse malezas, ya que pueden provocar pérdidas del 45 % - 75 %, del rendimiento tanto en condiciones de siembra bajo riego como en secano (14).

Fertilización mediante Urea, Zeolita granulada y Briqueta. El cultivo de arroz como todas las especies vegetales cultivables para su crecimiento y nutrición, necesita disponer de una cantidad adecuada y sobre todo oportuna de nutrientes. El nitrógeno (N), es un componente de las proteínas, las que a su vez son constituyentes del

protoplasma, cloroplastos y enzimas. Participa activamente en la fotosíntesis y promueve la expansión de la lámina foliar. Las plantas con deficiencias de nitrógenos son raquíticas, y con pocos macollos, esta falta de nitrógeno se presenta a menudo en etapas críticas de la planta como el macollamiento y el inicio de la panícula. En el Ecuador, los suelos donde se cultiva arroz son deficientes en nitrógeno (1) (15).

La Urea. Es un fertilizante químico de origen orgánico, y entre los fertilizantes sólidos es la fuente nitrogenada de mayor concentración (46 %), siendo por ello de gran utilidad en la integración de fórmulas de mezclas físicas de fertilizantes, dando grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno (16) (11).

La Zeolita. Es un mineral utilizado para mejorar la calidad de los fertilizantes químicos y orgánicos, aumenta la productividad de los cultivos, optimiza la eficiencia de los suelos, ahorra riego y drenaje del agua, mejora la sanidad vegetal, elimina los malos olores.

Otros beneficios que ofrece la zeolita (clinoptilolita), es de aumentar la retención de nutrientes lo que permite reducir hasta un 25 % la aplicación de los fertilizantes que se utilizan tradicionalmente, aumenta la retención de humedad permitiendo reducir la dosis de riego, mejora las propiedades físicas y químicas del suelo; pH, nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), y micronutrientes, aumentando el intercambio catiónico; aumenta el aprovechamiento de los fertilizantes químicos, aplicados al suelo, pues los incorpora a su masa porosa y los va liberando poco a poco; mejora la nitrificación en el suelo, al suministrar una superficie ideal para la adherencia de las bacterias nitrificantes. La estructura porosa de las zeolitas ayuda a mantener el suelo oxigenado, aumenta la calidad agrícola, acelera el proceso de descomposición de los residuos orgánicos y su pronta conversión en abonos. A continuación. (Ver, tabla 1.4) composición química de la Zeolita.

Tabla 1.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ZEOLITA

SiO_2	71,31%
$Al_2 O_2$	9,59%
Fe_2O_3	1,85%
CaO	3,07%
K_2O	0,45%
TiO_2	0,31%
MgO	5,32%
Na_2O	1,96%
F_2O	0,26%
Ppl	6,38%
Fuente: Zeoprima S.A (17)	

Las zeolitas (clinoptilolita) por sus excelentes características físicas producen un efecto ambiental al ser mezcladas con los fertilizantes y aplicadas en los suelos agrícolas, generando retención del nitrógeno en su estructura ya que su alta capacidad de retención capilar permite a la planta a través de sus raíces entregar lentamente los nutrientes que se encuentran adheridos en sus partículas granulométricas. (Ver tabla 1. 5) composición física de la Zeolita.

Tabla 1.5. COMPOSICIÓN FÍSICA DE LA ZEOLITA

Granulometría	De 0,3 a 3,35mm De 0,0 a 1,60mm
Porosidad	>20%
Tonos de color	Verde Amarillento Crema Verdoso
Humedad	10 -12%
Retención de agua	40%
Peso volumétrico	1 Tn/m^3
Fuente: Zeoprima S.A (17)	

Fertilización Convencional

El método convencional de aplicación de la urea es conocido como método “Al Voleo” (18), en el cual la persona entra al cultivo cargado de la urea en su estado comercial y la esparce por todo el cultivo. El método al voleo ha sido implementado durante muchos años, lo que ha permitido el desarrollo del mismo por parte de los agricultores con lo cual se han implementado sacos amarrados a la espalda que les permite cargar más urea

para ser voleada (11). (Ver figura 1.1) Método de fertilización al voleo (W. Bowen IFAS).

FIGURA 1.1. MÈTODO DE FERTILIZACIÒN AL VOLEO (W. BOWEN IFAS).

Desventajas del Método al Voleo

La desventaja más importante del método al voleo en la fertilización de cultivos de arroz con urea es la gran pérdida de Nitrógeno hacia la atmosfera por evaporación.

Briquetas de Urea. Las briquetas son fertilizantes de urea-polímero que contiene 46 % de nitrógeno comprimido, del cual el 94 % es gradualmente disponible para la planta. Las moléculas de urea están interconectadas y luego son

lentamente descompuestas por los microbios del suelo. De acuerdo a Wargo, otra ventaja de este procedimiento es que al calentarse el suelo, la actividad microbiana se incrementa, al igual que el nitrógeno disponible. Esto trabaja en armonía con el cultivo, porque al incrementar las temperaturas del suelo, se incrementan también las necesidades nutricionales de su cultivo (11) (9). Ver, figura 1.2.

FIGURA 1.2. BRIQUETAS DE UREA

Comparación de los Sistemas de Fertilización Convencional (vs) Tecnología APBU

Cuando se volea la urea esta queda en la capa superficial y en contacto con el agua, lo que produce una oxidación que da como resultado amoníaco y radicales amonio que se

pierden a la atmósfera y contamina el ambiente, después en la capa aeróbica del suelo, la cual es un medio fangoso de 1 cm que está en la capa superficial del suelo, el amonio se nitrifica y se convierte en nitratos.

En la aplicación de briquetas ocurre algo diferente, estas al colocarse directamente en la capa anaeróbica del suelo donde no hay oxígeno, se efectúa una reducción de los nitratos formando Óxido nitroso mas Nitrógeno elemental los cuales se pierden a la atmósfera en mínimas cantidades ya que el nitrógeno al pasar en forma de nitratos (NO_3^-) es potencialmente asimilable para las plantas por lo que se aprovecha y no se pierde. Ver figura 1. 3, (9) (11).

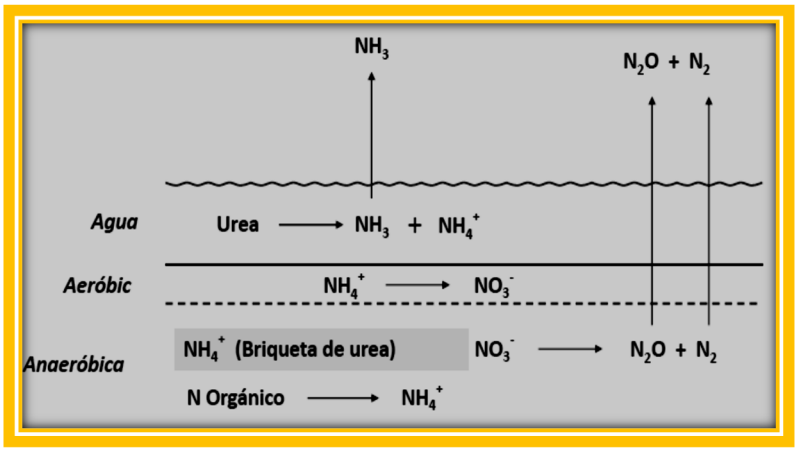

FIGURA 1.3. ESQUEMA DE LA APLICACIÓN DE UREA AL VOLEO VS APLICACIÓN DE BRIQUETAS (W. BOWEN, 2008)

En la tabla 1.6 se presentan, resultados de experimentos con zeolitas naturales sobre la eficiencia de a urea en el cultivo de arroz en los sistemas: transplante y voleo, en la zona arrocera de los cantones; Daule, Yaguachi, Pimocha y Montalvo; efectuados por un equipos de profesionales e investigadores de organismos nacionales e internacionales. El tema de investigación se describe a continuación.

“Análisis de dos tecnologías para el aumento de la eficiencia de asimilación de nitrógeno (urea) en el cultivo de arroz”.

Tecnología 1: Análisis del efecto de las zeolitas naturales sobre la eficiencia de la urea en el cultivo de arroz, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca – MAGAP; Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias – INIAP; Banco Nacional de Fomento – BNF, Empresas Privadas, Zeomagic Cia. Ltda. - Zeolitas S.A. - Zeonat S. A. - Zeolexport S.A.

Tecnología 2: Aplicación profunda de briquetas de urea (APBU) en el cultivo de arroz ,Escuela Superior Politécnica

del Litoral – ESPOL, Centro de Investigaciones Rurales – CIR – ESPOL, Universidad de Florida – UF - USA, Fundación para el Desarrollo Agrícola Rural - FUNDAR; Programa de Apoyo Alimentaria PL 480 - USDA

Tabla 1.6. Resultado de los Mejores Tratamientos del Estudio del Efecto de las Zeolitas Naturales sobre la Eficiencia de la Urea en el Cultivo de Arroz de Cosecha.

RESULTADOS DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS DEL "ESTUDIO DEL EFECTO DE LAS ZEOLITAS NATURALES SOBRE LA EFICIENCIA DE LA UREA EN EL CULTIVO DEL ARROZ"						
Tipo de Producción	Zona	Empresa	Mejor Tratamiento Análisis Económico (BN)	Urea (Kg/ha)	Zeolita (kg/ha)	Rendimiento (Kg/ha)
ARROZ POR SIEMBRA AL TRASPLANTE	DAULE	ZEOMAGIC	30 % Sustitución	245	105	8028
		ZEOLITAS	30 % S	245	105	7974
		ZEONAT	30 % S	245	105	8000
		ZEOLEXPORT	15 % S	297,4	52,5	8499
	YAGUACHI	ZEOMAGIC	30 % S	245	105	8092
		ZEOLITAS	20 % S	280	70	8572
		ZEONAT	20 % S	280	70	8430
		ZEOLEXPORT	20 % S	280	70	8174
	PIMOCHA	ZEOMAGIC	20 % S	280	70	8306
		ZEOLITAS	15 % S	297,4	52,5	8651
		ZEONAT	20 % S	280	70	8467
		ZEOLEXPORT	15 % S	297,4	52,5	8308
ARROZ POR SIEMBRA AL VOLEO	MONTALVO	ZEOMAGIC	20 % S	280	70	7336
		ZEOLITAS	20 % S	280	70	7966
		ZEONAT	25 % Adición	350	87,5	8202
		ZEOLEXPORT	15 % S	297,4	52,5	7804

Cosecha. La cosecha es una de las etapas más importantes del proceso de producción, se debe cosechar cuando el 95 % de los granos en las espigas tengan color “pajizo”, y el resto esté amarillento lo cual coincide con un

20 % a 25 % en el grano, si se cosecha con un porcentaje de humedad mayor al 27 %, se obtiene menor rendimiento y granos yesosos y si se lo hace menor al 18 % habrá perdida de granos. La cosecha se puede hacer en forma mecánica mediante el empleo de la cosechadora, o en forma manual cortando las plantas con hoces para proceder la trilla mediante el empleo de trilladoras estacionarias o realizando la labor del “chicoteo”, que consiste en golpear manojos de plantas contra un madero sobre una lona (1) (22).

1.4. Importancia Económica del Arroz.

En el Ecuador existen 75,814 UPA (Unidades Productivas Agropecuarias) sembradas con arroz, de las cuales el 65 % son menores de 10 ha. Se estima que el 11 % de la población económicamente activa del sector agrícola trabaja en este rubro. El rendimiento promedio del cultivo de arroz requiere elevarse para lograr reducir los costos unitarios de producción, mejorar la economía campesina y mantener y/o fortalecer su competitividad. En los estratos de ingresos altos como bajos es el segundo producto alimenticio de mayor consumo a nivel nacional urbano, lo que representa el 6,6 % de importancia relativa en relación al gasto total de alimento. Las provincias del Guayas con un 54.00 %

y los Ríos con un 39.47 % de producción arrocera según datos de MAG en el 2004 y que aportan con el 94 % de la producción total nacional. El área de producción está localizada en los cantones Nobol, Daule, Sta. Lucía, Palestina, Yaguachi, Samborondón y Naranjal en la provincia del Guayas y Babahoyo y en la provincia de Los Ríos. En el año 2005 la superficie sembrada fue de 324,875 ha de arroz, con una producción promedio de 3.40 Tn/ha, y con tendencia al crecimiento de superficie sembrada.

1.5. Importancia de la Fertilización en el Cultivo de Arroz

La fertilización en el cultivo de arroz es de gran importancia, para su normal crecimiento y desarrollo, requiriendo nutrientes en cada etapa fisiológica. Los principales nutrimentos son: nitrógeno (N), fósforo (F), potasio (K) y magnesio (Mg), calcio (Ca), que si el suelo no lo suministra en forma natural, deben ser agregados al cultivo en la medida que sea necesario. Las cantidades por aplicar dependen básicamente del análisis de suelo. A continuación. Ver la tabla 1.7, (2) (1).

Tabla1. 7. RECOMENDACIONES DE N, P_2O_5, K_2O CON BASE AL ANÁLISIS DE SUELO

Interpretación del análisis de Suelo	Kg/ ha		
	N	**P_2O_5**	**K_2O**
Bajo	120	60	60
Medio	100	30	30
Alto	80	0	0
Fuente: INIAP- 2007			

1.6. Aplicación de Briquetas en el Cultivo Arroz

- **Base de la Tecnología APBU**

  La Aplicación Profunda de Briquetas de Urea (APBU) es una tecnología bastante simple, pero muy innovadora, desarrollada para incrementar la eficiencia y efectividad de la urea en la producción de arroz. APBU está ya ampliamente diseminada y ha sido probada exitosamente en varias partes de Asia (Bangladesh, Cambodia y Vietnam) como un insumo critico para la producción de arroz en pequeña escala (Savant 1990). La APBU consiste en la inserción profunda (a 7 o 10 cm) a mano de briquetas (o supergranulos) de urea pocos días después del trasplante en arroz inundado. Las briquetas, que pueden pesar entre 0.9 y 2.7 gramos, son producidas a través de la compresión de urea granulada por medio de maquinas pequeñas con discos dentados. Estas briquetas, aplicadas una sola vez

durante el ciclo productivo, se colocan en el centro de cuadrados alternados formados por cada cuatro plantas de arroz trasplantadas. La mejora en la eficiencia se logra principalmente manteniendo el N en el suelo cerca de las raíces de la planta y lejos del agua fluida donde es más susceptible a perdidas por evaporación o lixiviación (Mohanty*et al*,1999; Savant y Stangel, 1990) (21)

En el presente ensayo también se aplicara briquetas de urea con zeolita en el cultivo de arroz. Ver figura 1.4.

FIGURA 1.4. BRIQUETAS DE UREA CON ZEOLITA

1.7. Integración de Urea, Zeolita y Briquetas para ser Usadas en el Cultivo de Arroz

Los productores, típicamente mezclan nitrógeno de liberación rápida con 20 a 30 % de fertilizante de liberación lenta (zeolitas), para integrarlo en los cultivos arrozales (23) (19).

Los cultivos de campos experimentales, han respondido favorablemente a este nuevo sistema de nutrición, en tubérculos, solanáceas, cucurbitáceas y hortalizas en general, donde los productores están obteniendo mayores rendimientos de sus cultivos. Además, están mejorando la calidad de frutos de medianos a más grandes. “Estamos viendo un incremento en rendimiento del 5 al 15 %,” reitera Wargo (23) (19).

Por lo ante expuesto es necesario aplicar una tecnología innovadora como integración de fertilización en el suelo por los siguientes beneficios.

- Incrementa la eficiencia y efectividad de uso de la urea.
- Reduce las pérdidas de N y el impacto en el medio ambiente.
- Está siendo diseminada en Asia, por 550,000 agricultores usándola en Bangladesh

- La briqueta debe ser Integrada en el suelo dentro de los 10 días después de transplante
- Se debe enterrarla en el suelo de 7 a 10 cm de profundidad
- Se recomienda aplicar una briqueta por cada 4 plantas y 4 briquetas por m^2 con distancia de siembra de 25 cm x 25 cm (19). Ver, figura 1.5 y figura 1.6.

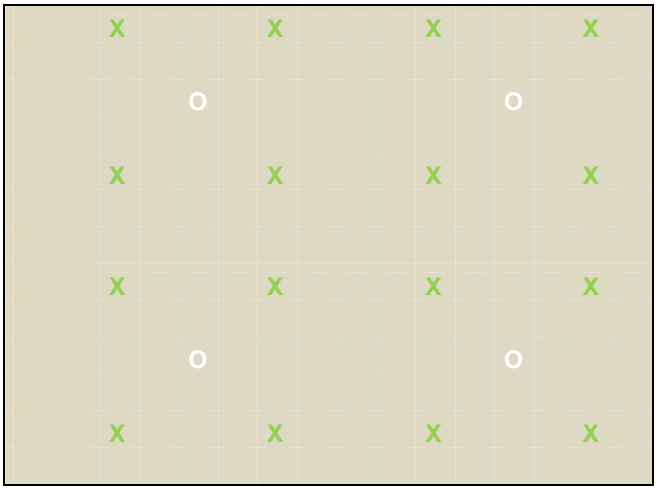

FIGURA 1.5. DENSIDAD DE (**APBU**) POR m^2

FIGURA 1.6. (**APBU**) EN EL CULTIVO DE ARROZ