



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la
Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con
quelatos a base de microelementos, sobre el rendimiento del cultivo
de arroz bajo condiciones de secano”.

AUTOR:

Darwin José Morán Mariscal

TUTOR:

Ing. Agr. Tito Bohórquez Barros, MBA.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019



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



Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo la FACIAG, como
requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a
base de microelementos, sobre el rendimiento del cultivo de arroz bajo
condiciones de secano”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Carlos Barros Veas, MSc

PRESIDENTE

Ing. Agr. Danilo Dueñas Alvarado, MBA

PRIMER VOCAL

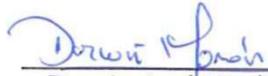
Ing. Agr. Ider Moran Cicedo, MSc

SEGUNDO VOCAL

AUTORIZACIÓN

Yo, Darwin José Morán Mariscal, autorizo a la Universidad Técnica de Babahoyo, la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución; el trabajo de grado investigación "Evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, sobre el rendimiento del cultivo de arroz bajo condiciones de secano", cuyo contenido, ideas y criterios son de exclusiva responsabilidad y autoría.

Babahoyo, 16 de abril del 2019



Darwin José Morán Mariscal
120602434-9

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Darwin José Morán Mariscal

Declaro que:

El trabajo de investigación "Evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, sobre el rendimiento del cultivo de arroz bajo condiciones de secano", ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de esta investigación.

Babahoyo, 16 de abril del 2019



Darwin José Morán Mariscal

120602434-9

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado primeramente a Dios por haberme permitido lograr obtener este objetivo.

A mis padres **José Morán** y **Adriana Mariscal** por haberme dado la vida

De manera muy especial a mi abuelita materna **Teodora Castro** y en memoria de mi abuelito paterno **Félix Mariscal** quien estuvieron conmigo desde mi niñez, me supieron inculcar buenos valores y me apoyaron económicamente en toda mi etapa estudiantil.

A mi tía **Johana Mariscal** por todo su cariño y apoyo incondicional durante toda mi carrera.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido culminar de mi trabajo de titulación, brindándome sabiduría e inteligencia para poder obtener esta meta.

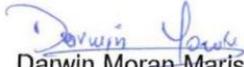
A la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias (FACIAG), y cada docente por compartirme sus conocimientos, formarme como profesional.

A mi tutor **Ing. Agr. Tito Bohórquez Barros**, MBA, por sus conocimientos y ayuda brindada.

A la familia **Icaza campos** por la amistad, apoyo, conocimientos, y toda la ayuda compartida durante el proceso en el campo.

A la Ing. Agr. **Cinthia Torres Franco**, por su amistad y apoyo brindado.

Las investigaciones, resultados conclusiones y
Recomendaciones del presente trabajo son de
Exclusiva responsabilidad del autor


Darwin Moran Mariscal

120602434-9

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Específicos	2
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1. Ubicación y descripción del campo experimental	12
3.2. Material genético.....	12
3.3. Métodos	13
3.4. Tratamientos	13
3.5. Factores estudiados.....	13
3.6. Diseño experimental	14
3.6.1. Diseño de parcelas.....	14
3.7. Análisis de varianza.....	14
3.8. Manejo del ensayo.....	14
3.8.1. Preparación del terreno.....	15
3.8.2. Siembra	15
3.8.3. Control de malezas.....	15
3.8.4. Riego	15
3.8.5. Fertilización.....	15
3.8.6. Control fitosanitario.....	16
3.8.7. Cosecha.....	16
3.9. Datos evaluados	16
3.9.1. Días a floración.....	16
3.9.2. Altura de planta	16
3.9.3. Número de macollos por metro cuadrado.....	16
3.9.4. Número de panículas por metro cuadrado.....	17
3.9.5. Longitud de panícula	17
3.9.6. Número de granos por panícula.....	17
3.9.7. Rendimiento del cultivo	17
3.9.8. Análisis económico.....	18

IV. RESULTADOS.....	19
4.1. Días a floración.....	19
4.2. Altura de planta.....	21
4.3. Número de macollos por metro cuadrado	22
4.4. Número de panículas por metro cuadrado.....	23
4.5. Longitud de panícula	26
4.6. Número de granos por panícula.....	27
4.7. Peso de 1000 granos	28
4.8. Rendimiento del cultivo	31
4.9. Análisis económico	31
V. CONCLUSIONES	35
VI. RECOMENDACIONES.....	36
VII. RESUMEN	37
VIII. SUMMARY	38
IX. BIBLIOGRAFIA	39
APÉNDICE	42
Cuadros de resultados, andeva y prueba de Tukey.....	43
Fotografías	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos estudiados, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018.....	13
Cuadro 2. Días a floración, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	20
Cuadro 3. Altura de planta, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	22
Cuadro 4. Número de macollos/m ² , en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018.....	24
Cuadro 5. Número de panículas/m ² , en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018.....	25
Cuadro 6. Longitud de panículas, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	27
Cuadro 7. Granos por panículas, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	29
Cuadro 8. Peso de 1000 granos, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	30
Cuadro 9. Rendimiento del cultivo, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018.....	32
Cuadro 10. Costos fijos/ha, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	33
Cuadro 11. Análisis económico del cultivo, en la evaluación de dos métodos de	

siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	34
Cuadro 12. Días a floración, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	43
Cuadro 13. Altura de planta, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	44
Cuadro 14. Número de macollos/m ² , en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	46
Cuadro 15. Número de panículas/m ² , en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	47
Cuadro 16. Longitud de panículas, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	48
Cuadro 17. Granos por panículas, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	50
Cuadro 18. Peso de 1000 granos, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	51
Cuadro 19. Rendimiento del cultivo, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Aplicación de pesticidas en el cultivo de arroz.	54
Fig. 2. Etiquetas para colocar en el cultivo	55
Fig. 3. Preparación de los productos quelatados.....	55
Fig. 4. Aplicación de productos quelatados.	56
Fig. 5. Desarrollo del cultivo de arroz.....	56
Fig. 6. Cultivo de arroz en proceso de producción	57
Fig. 7. Cultivo de arroz listo para cosecha	57
Fig. 8. Evaluación de macollos/m ²	58
Fig. 9. Cultivo de arroz para toma de otras variables	58
Fig. 10. Visita del coordinador de titulación, Ing. Agr. Edwin Hasang Morán....	59
Fig. 11. Conteo de granos por panículas.....	59
Fig. 12. Evaluación del peso de 1000 granos.....	60

I. INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los principales cereales consumidos a nivel mundial y nacional, por su alto contenido de energía, siendo uno de los cultivos de mayor demanda después del maíz. Es una gramínea que generalmente se cultiva en climas cálidos y terrenos muy húmedos.

En el Ecuador se siembran aproximadamente 343.936 ha, de las cuales se cosechan 332.988,0 con una producción de 1.239.269,0 t. En la provincia de Los Ríos se siembran aproximadamente 114.545,00 ha, de las cuales se cosechan 110.386,00 ha, alcanzando una producción de 359.569 t.¹

Este cultivo es el único cereal que puede estar bajo el agua, y a lo largo del tiempo ha sufrido múltiples presiones como sequía, inundación, estrés nutricional y biótico, lo que ha ocasiona una gran diversidad de ecosistemas para el desarrollo de este cultivo.

Los quelatos son considerados compuestos de mayor estabilidad y están utilizados ampliamente en la agricultura como fertilizantes que suministran a las plantas micronutrientes como hierro, zinc, calcio, boro y cobre.

Entre los múltiples beneficios de los productos quelatados se menciona que incrementan los rendimientos hasta en un 70 %, ahorra hasta un 50 % el uso de fertilizantes convencionales, no deja residuos en el suelo evitando la contaminación ambiental. La principal ventaja de los quelantes es evitar la toxicidad de los metales pesados en los seres vivos.

Existe escaso rendimiento en el cultivo de arroz, debido a no efectuar el método de siembra adecuado y la falta de aplicación de productos a base de quelatos en dosis adecuadas.

¹Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2018. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

La adecuada nutrición en los cultivos es clave para obtener buenos rendimientos y calidad de las cosechas, por tanto la fertilidad del suelo juega un papel fundamental en el suministro de nutrientes que demandan las plantas, es por ello que la presente investigación tiene como finalidad buscar el método de siembra adecuado que interaccionado con productos quelatados, complementarios a la fertilización química a base de nitrógeno, fósforo y potasio, incrementen los rendimientos del cultivo de arroz, bajo condiciones de secano.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, sobre el rendimiento del cultivo de arroz bajo condiciones de secano.

1.1.2. Específicos

- Determinar el método de siembra más adecuado para el cultivo de arroz, al voleo o chorro continuo.
- Identificar el fertilizante foliar que más influya en los rendimientos del cultivo de arroz.
- Analizar económicamente los tratamientos en estudio.

II. MARCO TEÓRICO

Briceño y Álvarez (2014) difunden que el arroz es el cereal más importante del mundo en desarrollo, constituye el alimento básico para más de la mitad de la población del planeta. En los países de América del Sur y el Caribe, es la principal fuente energética de la población de bajos ingresos.

Rodríguez *et al* (2014) informan que el arroz (*Oryza sativa* L.) constituye actualmente uno de los principales rubros que se cultiva en los llanos de los estados Portuguesa, Guárico, Barinas y Cojedes. La utilización de nuevas y modernas variedades, incluyendo el manejo mejorado de las prácticas culturales, ha promovido la consolidación del cultivo, lográndose progresivamente incrementos en el rendimiento y ampliación de las áreas arroceras.

Briceño y Álvarez (2014) indican que en producción intensiva de arroz, el suelo es sometido a una excesiva preparación que origina la pérdida de su estructura, incrementa la erosión, la formación de capas compactadas, disminución de la porosidad, la tasa de infiltración y reduce su fertilidad natural, disminuyendo su productividad e ingresos del productor. Actualmente las labores de preparación del suelo y siembra, representan un 20,54 % de los costos de producción del arroz.

Deambrosi *et al.* (2017) señalan que existen en el país varios modelos de máquinas apropiadas para condiciones de siembra con cero o mínimo laboreo. Por otra parte, la aplicación de herbicidas no selectivos (glifosatos o similares) permiten la reducción de labores de preparación de los suelos, independientemente del método de siembra a utilizar. De la información disponible en la actualidad, se pueden considerar los siguientes tipos de siembra convencional: al voleo y en línea o chorro continuo.

Jiménez *et al* (2014) manifiestan que a nivel mundial el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo en superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio proporciona más calorías por hectárea

que cualquier otro cultivo de cereales.

De acuerdo a Rodríguez *et al* (2014), para desarrollar el patrón tecnológico de las nuevas variedades deberían evaluarse con prioridad los sistemas y densidades de siembra, dado que estos son determinantes en el rendimiento y presencia de enfermedades.

Suaste-Franco *et al* (2014) divulgan que la densidad de plantas por hectárea, los métodos de siembra, la fertilización, el control de malezas y las enfermedades son algunos de los factores limitantes de la producción de arroz. La densidad y el método de siembra son importantes porque determinan el establecimiento apropiado del cultivo, la competencia entre plantas y la conversión de energía solar en productos cosechables. La cantidad de semilla óptima por hectárea es la que capta más de 90 % de la radiación incidente al inicio del crecimiento de las espigas.

Ortegón-Morales *et al* (2017) explican que la alta densidad de población y método de siembra en hileras no es factible, principalmente por el costo de la semilla debido a la dependencia actual de cultivares. La tecnología para modificar el método y la densidad de siembra, que consiste básicamente en la siembra en surcos con 1,2 a 2 kg ha⁻¹ de semilla, sistema que permite el control cultural de la maleza, además incrementa la rentabilidad del cultivo. Tanto la densidad como el método de siembra contrastan con lo utilizado en los países productores, sin embargo los rendimientos son similares. La densidad de siembra y distancia entre y dentro de hileras varía considerablemente en países productores y que esto depende del ambiente, sistema de producción y cultivares.

Infoagro (2019) publica que los quelatos son complejos formados por la unión de un metal y un compuesto que contiene dos o más ligandos potenciales. La quelatación, por tanto, es la habilidad de un compuesto químico (agente quelatante) para formar una estructura en anillo con un ion metálico resultando un compuesto con propiedades químicas diferentes a las del metal original.

Quitoquímica (2019) expresa que los quelatos o también llamados complejos de iones metálicos son estructuras químicas en la cual un ion como el Calcio (Ca^{2+}) o el Cobre (Cu^{2+}) se unen a un sustrato. En nuestro caso usamos como sustrato al quitosano, un biopolímero natural. En estas condiciones de quelato, los iones se pueden absorber lentamente ya sea por el sistema foliar o radicular de las plantas para mejorar sus deficiencias de macro o micronutrientes.

Perea *et al* (2018) mencionan que el término quelato (en inglés chelate) se deriva de la palabra griega chela, pinza, porque el anillo que se forma entre el quelante y el metal es similar en apariencia a los brazos de un cangrejo con el metal en sus pinzas. Un quelato es un compuesto químico en el que una molécula orgánica rodea y se enlaza por varios puntos a un ion metálico, de manera que lo protege de cualquier acción desde el exterior evitando su hidrólisis y precipitación. Por tanto, químicamente hablando, los quelatos son moléculas muy estables.

Smart (2019) aclara que la palabra "Quelato" se deriva de la palabra griega "garra". Quelatos metálicos son un complejo de un ion de metal unidos a una molécula orgánica (ligando). Los iones metálicos son minerales muy importantes para las plantas, y sus deficiencias resultan en color amarillento de las hojas, crecimiento retardado y cultivos de baja calidad.

Fertilab (2019) sostiene que la adecuada nutrición de los cultivos es clave para lograr altos rendimientos y calidad. En este sentido la fertilidad del suelo juega un papel fundamental para el adecuado suministro de los nutrientes que demandan las plantas. De la misma manera el aporte de fertilizantes y su aprovechamiento es de suma importancia para mantener la integridad en el suelo. Lamentablemente debido a diferentes situaciones adversas en el suelo, el aprovechamiento de los nutrientes de los fertilizantes es bajo. Derivado de esta necesidad surgen nuevas opciones en los fertilizantes y son los llamados quelatos, considerados como una opción importante para mejorar la eficiencia en el suministro de micronutrientes principalmente, tanto en aplicaciones al suelo como foliares.

Para Arizmendi-Galicia *et al* (2014), desde 1930 se inició el uso de quelatos para corregir la deficiencia de hierro de las plantas. Esta práctica se ha intensificado en la actualidad, al grado de provocar la presencia de cantidades no usuales de hierro en las aguas subterráneas que son atribuidas al fenómeno de lixiviación de los quelatos. Estudios demostraron que no deben añadirse quelatos al suelo porque movilizan a los metales pesados, lixivándose y contaminando las aguas subterráneas. En las zonas donde predominan los suelos con características calcáreas, se ha demostrado la eficacia de la aplicación de hierro como quelato FeEDDHA para corregir la clorosis férrica, por lo que la fertilización con quelatos de hierro podría aumentar en los próximos años para abastecer con hierro disponible a dichas plantas y otros cultivos.

Díaz (2018) comenta que en 2003 la Unión Europea inició la regulación para la producción comercial del quelato sintético tipo EDDHA, el cual muestra efectividad en suelos calcáreos con $\text{pH} > 8.5$. Este quelato se ha utilizado para la corrección de clorosis férrica principalmente en frutales y cultivos hortícolas; con escasa información de su aplicación en granos o cultivos extensivos.

Lucena (2016) afirma que los quelatos son productos de alta estabilidad capaces de mantener los iones metálicos rodeados de una molécula orgánica (agente quelante) de modo que queden salvaguardados del entorno que favorecería su precipitación en forma de hidróxido insoluble y no disponible para la planta.

Fertilab (2019) define que conociendo la fisiología vegetal podemos darnos cuenta que las propias plantas cuentan con quelatos con funciones definidas. Estas son sustancias que forman parte de procesos biológicos esenciales en las plantas (ej. fotosíntesis y transporte de oxígeno). Por otra parte se entiende a los quelatos como compuestos orgánicos de origen natural o sintético, cuyas propiedades les permiten combinarse con un catión metálico al cual acomplejan, formando finalmente una estructura heterocíclica. Estos cationes son ligados en el centro de su molécula, esto hace que pierdan sus características iónicas. El quelato en su papel protege al catión de posibles

reacciones químicas como oxidación-reducción, inmovilización, precipitación, entre otras.

Ojeda-Barrios *et al* (2016) reportan que existen informes de que los quelatos existentes, EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) y DTPA (ácido dietiléntriaminopentaacético) se utilizan para aplicaciones foliares ya que, complejan adecuadamente Zn y Mn. Es recomendable el uso conjunto de quelatos de Zn junto con sales inorgánicas como sulfato, en proporciones iguales. En la actualidad, la práctica de corrección de la deficiencia de Zn, cultivado en suelos alcalinos, consiste en aplicaciones foliares, en el periodo de brotación hasta crecimiento rápido de fruto, generalmente aplicando diferentes productos de Zn, incluyendo sulfato de Zn y quelatos de Zn. Sin embargo, en la actualidad no hay un consenso de que producto es más efectivo para suministrar este micronutriente a la planta.

Según Lucena (2016), entre los quelatos más usados para el hierro son los que tienen EDDHA. Este compuesto puede presentar dos isómeros posicionales, el orto-orto (o,o-EDDHA- ácido etilendiamino-N,N'-di[(orto-hidroxifenil)acético], que a su vez presenta isomería óptica: isómeros meso y mezcla dl-racémica) de alta estabilidad y eficacia a largo plazo y el orto-para (o,p-EDDHA- ácido etilendiamino-N,-[(orto-hidroxifenil)acético]-N'-[(parahidroxifenil)acético] de menor estabilidad, pero de rápida respuesta. Existen productos con una elevada presencia en orto-para y otros en cuya composición sólo hay orto-orto. Sea como sea es importante tener en cuenta la riqueza en los isómeros y no en el dato de Fe soluble, ya que si no está quelado precipitará y no será usado por las plantas.

Arizmendi-Galicia *et al* (2014) consideran que la falta de respuesta de los cultivos a las aplicaciones de hierro en forma de sulfato ferroso y otras sales de hierro, ha ocasionado que se recurra a la utilización de los quelatos para prevenir y corregir la deficiencia de este elemento en muchos cultivos. Los quelatos más usados para corregir la deficiencia de hierro en suelos calcáreos son el EDDHA, EDTA y DTPA. Sin embargo, estos dos últimos no son eficaces debido a que, aunque quelatan al Fe³⁺, se unen también fuertemente al Ca²⁺,

con lo cual se limita significativamente la formación de quelatos Fe-EDTA y Fe-DTPA y su asimilación por las plantas a pH mayores que 7. Debido a su carga negativa los quelatos de hierro son fácilmente lixiviados fuera de la zona de raíces, por lo que presentan riesgo de contaminación de aguas subterráneas con componentes orgánicos y metales, sobre todo cuando se aplican frecuentemente al suelo.

Lucena (2016) determina que los quelatos más usados para los micronutrientes Mn, Zn y Cu son los de DTPA, EDTA, HEEDTA y también IDHA. Si bien su efectividad en condiciones de suelos ácidos es elevada, sin embargo, ninguno es una solución completamente satisfactoria, sobre todo para el Mn, si el contenido de caliza del suelo es muy elevado.

Martínez-Rodríguez *et al* (2018) relatan que las aplicaciones de algunos quelatos sintéticos de fierro al suelo, en ocasiones son efectivas para los cultivos. Sin embargo, deben tomarse en cuenta varias consideraciones como: tipo de quelato utilizado, resistencia a la hidrólisis y estabilidad a altos valores de pH. Respecto a este último factor, el FeEDDHA es probablemente el quelato más eficiente para suelos calcáreos. En este tipo de suelos las aplicaciones de quelatos generalmente han sido más eficientes que las sales solubles porque protegen al fierro de las reacciones ordinarias en el suelo, por lo que se supone que en la mayoría de los casos la aplicación de quelatos de fierro específicos según la condición del suelo donde se presente el problema, es benéfica para la corrección de deficiencias de Fe en los cultivos. Sin embargo, la desventaja principal del uso de quelatos es su excesivo costo por los altos niveles requeridos, debido a su fácil lixiviación, por lo que sólo se aplica a cultivos de muy alta rentabilidad.

Lucena (2016) expone que la eficacia de quelatos va a depender de su reactividad en el medio en que se apliquen y de la capacidad de la planta en tomar el elemento aportado. Las aplicaciones foliares de quelatos son en general poco efectivas y no se ha descrito una relación clara entre la composición química del quelato y su efectividad. Cuando la aplicación es al suelo, el quelato sufrirá reacciones de disociación y competencia por otros

iones o podrá retenerse en las superficies de intercambio. El quelato que quede en disolución deberá ceder a la planta por el elemento que aporta. En general la planta sólo toma el metal, por lo que el agente quelante liberado podrá reaccionar con el suelo o disolver más elemento nativo del suelo para volver a comenzar el ciclo (efecto de recarga).

Perea *et al* (2018) aseguran que el proceso de quelatación es la habilidad de un compuesto químico para formar una estructura en anillo con un ion metálico resultando en un compuesto con propiedades químicas diferentes a las del metal original. El quelante impide que el metal siga sus reacciones químicas normales.

Smart (2019) estima que los quelatos son compuestos de mayor estabilidad y por lo tanto, están ampliamente utilizados en la agricultura como fertilizantes de micronutrientes para suministrar las plantas con hierro, manganeso, zinc y cobre. Los quelatos más comunes utilizados en la agricultura son EDTA, DTPA y EDDHA.

Pastor *et al* (2017) argumentan que se ha observado igualmente competencia de iones como Mn, Cu, K y Zn que pueden desplazar al Fe de los quelatos. Estimular un mayor desarrollo radicular del cultivo favorecerá la absorción de Fe, mientras que la compactación del suelo crea condiciones inductoras de clorosis. Finalmente altas y bajas temperaturas del suelo pueden favorecer la clorosis.

Smart (2019) refiere que la quelatación del metal es importante puesto que hace los iones metálicos más disponibles para la absorción por las plantas. Los iones metálicos cargados positivamente, tales como Zn^{+2} , Mn^{+2} , Cu^{+2} y Fe^{+2} , reaccionan fácilmente con los iones de hidróxido de carga negativa (OH^-), y como resultado no están disponibles para las plantas. Los iones OH^- son abundantes en suelos neutros o alcalinos y suelos medios. El revestimiento del ion metálico, protege el ion metálico de los iones OH^- que están al rededor.

Infoagro (2019) describe que la estructura del quelato preserva al ión

metálico de la formación de compuestos insolubles con otros agentes, así como de su fijación por las arcillas del suelo. Los quelatos liberan iones metálicos lentamente y proveen a las plantas de un suministro continuo de microelementos sin alcanzar nunca las concentraciones tóxicas.

EcuRed (2019) difunde que los agentes quelantes, también conocidos como antagonistas o secuestradores de metales pesados, son sustancias que tienden a constituir sustancias complejas junto a iones metálicos de metales pesados. A dichos compuestos complejos se les denomina quelatos, un término procedente del griego *chele*, cuyo significado es garra, pues es precisamente la forma que adoptan estas sustancias, una forma de garra que atrapa el metal.

Perea *et al* (2018) informa que la quelatación puede dar como resultado un compuesto que sea soluble o insoluble en agua. La formación de quelatos estables solubles en agua se llama secuestación. Los términos quelatación y secuestación están relacionados pero no son idénticos. De todo ello dependerá la eficacia del quelato para resistir factores adversos como el pH alto, bicarbonatos, competencia por otros metales y degradación de la molécula orgánica.

Smart (2019) indica que la fuerza del enlace químico entre el ligand y el ion metálico depende del tipo de ligand, el tipo de iones y el pH. Cuanto más fuerte sea el enlace, más estable es el ion metálico y cada quelato tiene una característica "diagrama de estabilidad". Éstos son ejemplos de diagramas de estabilidad para un quelato de cobre y un quelato de cinc. Es evidente que en los niveles de pH específicos, los complejos no son estables, es decir, el ligando tiende a separarse del ion metálico.

Infoagro (2019) señala que los quelatos utilizados como fertilizantes deben tener suficiente estabilidad para impedir la formación de sales insolubles del ión metálico, pero han de ser lo suficientemente inestables para liberar lentamente los metales para que las plantas lo asimilen. Sólo unos pocos agentes quelatantes tienen suficiente afinidad por los iones metálicos para

formar complejos solubles, estables en las condiciones de los suelos agrícolas.

Barquero (2019) manifiesta que un quelato puede ser definido como un compuesto donde un nutriente metálico es ligado a un agente quelatante orgánico, que tiene la propiedad de estar disponible para la planta bajo condiciones adversas (por ejemplo pH, presencia de fósforo, aceites, etc.), en las cuales los nutrientes metálicos normalmente formarían compuestos insolubles. Según su poder acomplejante, los agentes quelatantes se clasifican en:

- Fuertes: EDTA, HEEDTA, DPTA, EDDHA, NTA.
- Medios: Poliflavonoides, Sulfonatos, Ácidos Húmicos y Fúlvicos, Aminoácidos, Ácido Glutámico, Polifosfatos.
- Débiles: Ácido Cítrico, Ácido Ascórbico, Ácido Tartárico.

Entre más fuerte sea un quelatante, más estable es la unión, por lo que se puede esperar mayor solubilidad del producto, más eficiencia de aplicación y mejor absorción a través de la cutícula (Barquero, 2019).

Perea *et al* (2018) divulgan que en la actualidad, los quelatos atraen poderosamente la atención debido a que son una excelente alternativa para adicionar metales de manera edáfica y foliar las plantas. Pueden ser aplicados teniendo siempre presentes las siguientes consideraciones:

1. incrementar la solubilización del metal, hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn); 2) transportarlo hacia la raíz y/o hoja de la planta;
2. una vez ahí, ceder el metal (Fe, Zn, Mn), y,
3. la parte orgánica del quelato debe volver a solubilizar.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El trabajo experimental se desarrolló en los terrenos del Sr. Humberto Ismael Icaza Sánchez, vía a Baba, Rcto. San Ignacio.

Las coordenadas geográficas son 197165.89 UTM de latitud sur y 351695.02 UTM de longitud oeste, a 8 msnm. La zona posee clima tropical húmedo, temperatura meda anual de 24,90 °C, precipitación anual 2.037,00 mm, evaporación promedio de 1.128,90 mm, humedad 79 % y 725,10 horas de heliofanía anual².

El suelo que posee el terreno es de topografía plana, textura franco arcillosa y drenaje regular.

3.2. Material genético

Como material de siembra se utilizó la semilla de arroz “SFL – 09”, cuyas características agronómicas son las siguientes³:

Altura de la planta	: 125 cm
Macollamiento	: Intermedio
Ciclo de cultivo	: 115 – 125 días promedio
Potencial de rendimiento de cultivo	: 6 a 8 t/ha
Desgrane	: Intermedio
Peso de 1000 granos en cáscara	: 28 g
Índice de pilado	: 62%

² Datos proporcionados por la Estación Agrometereológica de bananera aledaña a Baba. 2017

³ Procana. 2017. Disponible en <http://www.proagro.com.ec/index.php/genetica-menu/semilla-de-arroz/alimentos-balanceados-para-pollos-de-engorde-2-3-detail>

Tamaño del grano : 7,2 mm. descascarado
 Centro blanco : Medio

3.3. Métodos

Se utilizaron los métodos inductivo - deductivo; deductivo - inductivo; experimental.

3.4. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por las diferentes dosis de productos quelatos con microelementos, descritos en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0
	Sin producto	0
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0
	Sin producto	0

3.5. Factores estudiados

Variable Dependiente: Variedad de arroz “SFL-09”

Variedad independiente: Métodos de siembra y productos quelatos a base de microelementos.

3.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar en arreglo factorial A x B, donde el Factor A fueron los métodos de siembra y el Factor B los productos a base de quelatos y testigo con su respectiva dosis y tres repeticiones.

La comparación de los promedios se efectuó según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.6.1. Diseño de parcelas

Las parcelas tuvieron dimensiones de 5,0 m de ancho y 6,0 m de longitud, dado un área total del ensayo de 800 m².

3.7. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

	FV	GL
Repeticiones	:	2
Métodos de siembra	:	1
Productos quelatos	:	3
Interacción	:	7
Error experimental	:	12
Total	:	17

3.8. Manejo del ensayo

Se realizaron todas las prácticas y labores agrícolas que necesite el cultivo para su normal desarrollo.

3.8.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó mediante dos pases de rastra, con el propósito de que el suelo quede suelto para depositar la semilla

3.8.2. Siembra

Para la siembra al voleo se utilizó una densidad de 100 kg/ha mientras que para la siembra a chorro continuo se empleó la misma densidad con una distancia de 0,25 m entre hilera.

3.8.3. Control de malezas

En preemergentes se aplicó Butaclor + Pendimethalin en dosis de 4,0 + 3,0 L/ha para el control de gramíneas, cyperáceas y hoja ancha.

En post emergencia se efectuaron deshierbas manuales a los 25 y 47 días después de la siembra.

3.8.4. Riego

El ensayo se realizó en condiciones de secano, por tanto estuvo a expensas de las lluvias.

3.8.5. Fertilización

El programa de fertilización base se realizó según los requerimientos nutricionales del cultivo, los cuales son 140 kg/ha de N: 60 kg/ha P_2O_5 y 60 kg/ha K_2O . El nitrógeno (Urea 46 %) se aplicó a los 15 y 35 días después de la siembra, mientras que la totalidad de fósforo (DAP 18 % N – 46 % P_2O_5) y Muriato de potasio (K_2O) se incorporó al momento de la siembra⁴.

Adicional se aplicaron los productos quelatados a base de microelementos, según las dosis propuestas en el cuadro de tratamientos, a los

⁴ INIAP, 2016. Disponible en <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/arroz/nutricion.pdf>

20 – 40 y 60 días después de la siembra.

3.8.6. Control fitosanitario

Para el control preventivo de insectos se utilizó Cypermetrina en dosis de 300 cc/ha a los 20 y 45 días después de a siembra.

3.8.7. Cosecha

La cosecha se realizó en cada subparcela experimental de forma manual, cuando los granos alcanzaron su madurez fisiológica.

3.9. Datos evaluados

Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos:

3.9.1. Días a floración

Para determinar el promedio de días a floración, se realizaron evaluaciones semanales a partir de los 60 días de edad del cultivo, donde se contabilizaron los días desde el momento de la siembra hasta cuando se obtenga más del 50 % de floración por parcela.

3.9.2. Altura de planta

Se tomó diez plantas tomadas al azar al momento de la cosecha y se midieron en cm desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más sobresaliente.

3.9.3. Número de macollos por metro cuadrado

En cada una de las parcelas experimentales, se contabilizó el número de macollos existentes dentro de un marco de 1,0 m² por parcela experimental.

3.9.4. Número de panículas por metro cuadrado

En el mismo metro cuadrado que se contabilizó el número de macollos, se contaron las panículas al momento de la cosecha, en cada una de las parcelas experimentales.

3.9.5. Longitud de panícula

La longitud de panícula estuvo determinada por la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula más sobresaliente, excluyendo las aristas.

Se registraron diez panículas al azar por parcela experimental y su promedio se expresó en cm.

3.9.6. Número de granos por panícula

Cuando se efectuó la cosecha, se tomaron cinco espigas al azar por parcela experimental y se contaron los granos llenos y vanos.

3.9.7. Rendimiento del cultivo

Se obtuvo el rendimiento por el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, uniformizado al 14 % de humedad y % de impurezas, transformado en kg/ha, cuya fórmula fue la siguiente⁵:

$$Pu = \frac{Pa (100 - ha)}{(100 - hd)}$$

Dónde:

⁵ Tesis de Grado de Ingeniero Agropecuario. 2017

Pu= peso uniformizado

P.a.= peso actual

ha= humedad actual

hd= humedad deseada

3.9.8. Análisis económico

El análisis económico de costo – beneficio se realizó en función del rendimiento del grano en kg/ha, respecto del costo económico de cada uno de los tratamientos establecidos.

IV. RESULTADOS

4.1. Días a floración

En el Cuadro 3, se observan los promedios de días a floración. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas para el Factor A (métodos de siembra), Factor B (productos quelatos y dosis) y diferencias altamente significativas en las interacciones. El coeficiente de variación fue 3,90 %.

El método de siembra al voleo floreció en mayor tiempo (73 días) y el método de siembra chorro continuo en menor tiempo (72 días).

En la aplicación de productos quelatos, Folcrop Combi Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha floreció en mayor tiempo y el uso de Folcrop Ca – B en dosis de 2,0 L/ha y Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha floreció en menor tiempo (71 días).

En las interacciones, la siembra al voleo sin aplicar productos floreció en mayor tiempo (74 días), estadísticamente igual a la siembra al voleo con Folcrop Combi Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha; chorro continuo con Folcrop Ca – B en dosis de 2,0 L/ha; Folcrop Combi Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha; Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha y superiores estadísticamente a las demás interacciones, cuyo menor valor fue para la siembra a chorro continuo sin productos quelatados (65 días).

Cuadro 2. Días a floración, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Días a floración
Al voleo			73
Chorro continuo			72
	Folcrop Ca - B	2,0	71
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	74
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	71
	Sin producto	0	72
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	69 bc
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	74 ab
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	69 bc
	Sin producto	0	79 a
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	74 ab
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	75 ab
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	74 ab
	Sin producto	0	65 c
Promedio general			72
Significancia estadística	Factor A		ns
	Factor B		ns
	Interacción		**
Coeficiente de variación (%)			3,90

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

**= altamente significativo

4.2. Altura de planta

Los valores de altura de planta se muestran en el Cuadro 4. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para el Factor A (métodos de siembra), Factor B (productos quelatos y dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 1,02 %.

En el Factor A, el método de siembra al voleo registró mayor altura de planta con 90,2 cm, estadísticamente superior al método de siembra chorro continuo con 82,4 cm.

En la aplicación de productos quelatos, Folcrop Combi Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha alcanzo 89,7 cm de altura de planta, estadísticamente igual al uso de Folcrop Ca – B en dosis de 2,0 L/ha y Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha y superiores estadísticamente cuando no se aplicó productos con 76,4 cm.

En las interacciones, la siembra al voleo con Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha alcanzó 94,6 cm de altura de planta, estadísticamente igual a la siembra al voleo con Folcrop Ca – B en dosis de 2,0 L/ha y Folcrop Combi Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha y superiores estadísticamente al resto de interacciones, cuyo menor valor fue para la siembra a chorro continuo sin productos quelatados con 74,6 cm.

Cuadro 3. Altura de planta, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Altura de planta
Al voleo			90,2 a
Chorro continuo			82,4 b
	Folcrop Ca - B	2,0	89,6 a
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	89,7 a
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	89,5 a
	Sin producto	0	76,4 b
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	93,5 a
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	94,4 a
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	94,6 a
	Sin producto	0	78,3 c
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	85,7 b
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	84,8 b
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	84,5 b
	Sin producto	0	74,6 d
Promedio general			86,3
Significancia estadística	Factor A		**
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación (%)			1,02

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.3. Número de macollos por metro cuadrado

Los valores de número de macollos por metro cuadrado indican que el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para el Factor A (métodos de siembra), Factor B (productos quelatos y dosis) e interacciones y el coeficiente de variación fue 1,13 % (Cuadro 5).

En el Factor A, el método de siembra de chorro continuo presentó 335 macollos/m², estadísticamente superior al método de siembra al voleo con 329 macollos/m².

En la aplicación de productos quelatos, Folcrop Ca – B en dosis de 2,0 L/ha mostró 363 macollos/m², estadísticamente superior a los demás, siendo el menor valor cuando no se aplicó productos con 274 macollos/m².

En las interacciones, la siembra al voleo con Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha alcanzó 406 macollos/m², estadísticamente superiores al resto de interacciones, cuyo menor valor fue para la siembra a chorro continuo sin productos quelatados con 271 macollos/m².

4.4. Número de panículas por metro cuadrado

Los valores de número de panículas por metro cuadrado se demuestran en el Cuadro 6. El análisis de varianza no registró diferencias significativas para el Factor A (métodos de siembra) y diferencias altamente significativas para el Factor B (productos quelatos y dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 2,06 %.

En el Factor A, el método de siembra de chorro continuo y al voleo presentaron 316 panículas/m².

En el Factor B, la aplicación de productos quelatos, Folcrop Combi Fe – Mn - Zn en dosis de 2,0 L/ha obtuvo 335 panículas/m², estadísticamente igual a Folcrop Ca – B en dosis de 2,0 L/ha; Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha y superiores estadísticamente al factor que no se aplicó productos con 267 panículas/m².

En las interacciones, la siembra a chorro continuo con Folcrop Combi Fe – Mn - Zn en dosis de 2,0 L/ha presentó 390 panículas/m², estadísticamente igual a la siembra al voleo utilizando Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha y superiores al resto de interacciones, cuyo menor valor fue para la siembra a chorro continuo sin productos quelatados con 263 panículas/m².

Cuadro 4. Número de macollos/m², en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Número de macollos/m ²
Al voleo			329 b
Chorro continuo			335 a
	Folcrop Ca - B	2,0	363 a
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	345 b
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	344 b
	Sin producto	0	274 c
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	335 c
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	296 d
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	406 a
	Sin producto	0	278 ef
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	390 b
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	395 b
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	283 e
	Sin producto	0	271 f
Promedio general			332
Significancia estadística	Factor A		**
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación (%)			1,13

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

**= altamente significativo

Cuadro 5. Número de panículas/m², en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Número de panículas/m ²
Al voleo			316
Chorro continuo			316
	Folcrop Ca - B	2,0	328 a
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	335 a
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	333 a
	Sin producto	0	267 b
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	325 c
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	279 c
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	388 a
	Sin producto	0	271 c
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	332 b
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	390 a
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	278 c
	Sin producto	0	263 c
Promedio general			316
Significancia estadística	Factor A		ns
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación (%)			2,06

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.5. Longitud de panícula

Los valores de longitud de panícula, detectaron que el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para el Factor A (métodos de siembra), Factor B (productos quelatos y dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 6,26 %.

En el Factor A, el método de siembra al voleo registró mayor longitud de panículas con 32,9 cm, estadísticamente superior al método de siembra chorro continuo con 30,2 cm.

En la aplicación de productos quelatos, Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha registró 34,3 cm, estadísticamente igual al uso de Folcrop Ca – B en dosis de 2,0 L/ha; Folcrop Combi Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha y superiores estadísticamente cuando no se aplicó productos con 27,9 cm.

En las interacciones, la siembra al voleo con Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha alcanzó 35,0 cm, estadísticamente igual a la siembra al voleo con Folcrop Ca – B en dosis de 2,0 L/ha y Folcrop Combi Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha; chorro continuo con Folcrop Ca – B en dosis de 2,0 L/ha; Folcrop Combi Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha; Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha y superiores estadísticamente al resto de interacciones. El menor valor fue para la siembra a chorro continuo sin productos quelatados con 27,1 cm.

Cuadro 6. Longitud de panículas, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Longitud de panículas
Al voleo			32,9 a
Chorro continuo			30,2 b
	Folcrop Ca - B	2,0	32,1 a
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	31,8 a
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	34,3 a
	Sin producto	0	27,9 b
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	34,0 ab
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	33,8 ab
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	35,0 a
	Sin producto	0	28,8 bc
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	30,2 abc
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	29,8 abc
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	33,6 ab
	Sin producto	0	27,1 c
Promedio general			31,5
Significancia estadística	Factor A		**
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación (%)			6,26

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.6. Número de granos por panícula

Los valores de número de granos por panícula se muestran en el Cuadro 8. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para el Factor A (métodos de siembra), Factor B (productos quelatos y dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 1,23 %.

El método de siembra al voleo registró mayor número de granos por panícula (147); estadísticamente superior al método de siembra chorro continuo (131 granos/panículas).

En la aplicación de productos quelatos, Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha obtuvo mayor valor (158 granos/panícula), estadísticamente superiores al resto de tratamientos, cuyo menor promedio fue cuando no se aplicó productos (121 granos/panículas).

En las interacciones, la siembra al voleo con Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha superó los promedios (182 granos/panículas), superiores estadísticamente al resto de interacciones, cuyo menor valor fue para la siembra a chorro continuo sin productos quelatados (119 granos/panículas).

4.7. Peso de 1000 granos

Los valores de peso de 1000 granos, detectaron que el análisis de varianza no reportó diferencias significativas para el Factor A (métodos de siembra) y diferencias altamente significativas para el Factor B (productos quelatos y dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 2,72 %.

En el Factor A, el método de siembra al voleo presentó 29,5 g y el método de siembra chorro continuo mostró 29,4 g.

En la aplicación de productos quelatos, Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha registró 31,0 g, estadísticamente igual al uso de Folcrop Ca – B en dosis de 2,0 L/ha; Folcrop Combi Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha y superiores estadísticamente cuando no se aplicó productos con 27,1 g.

En las interacciones, la siembra al voleo con Folcrop Combi Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha alcanzó 31,7 g, estadísticamente igual a la siembra al voleo con Folcrop Ca – B en dosis de 2,0 L/ha; chorro continuo con Folcrop Ca – B en dosis de 2,0 L/ha; Folcrop Combi Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha; Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha y superiores estadísticamente al resto de interacciones. El menor valor fue para la siembra a chorro continuo sin productos quelatados con 26,7 g.

Cuadro 7. Granos por panículas, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Granos
			por panículas
Al voleo			147 a
Chorro continuo			131 b
	Folcrop Ca - B	2,0	142 b
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	136 c
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	158 a
	Sin producto	0	121 d
	Folcrop Ca - B	2,0	143 b
Al voleo	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	141 b
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	182 a
	Sin producto	0	122 d
	Folcrop Ca - B	2,0	140 b
Chorro continuo	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	131 c
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	133 c
	Sin producto	0	119 d
Promedio general			139
Significancia estadística	Factor A		**
	Factor B		**
	Interacción		**

Coeficiente de variación (%)	1,23
------------------------------	------

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Cuadro 8. Peso de 1000 granos, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Peso de 1000 granos
Al voleo			29,5
Chorro continuo			29,4
	Folcrop Ca - B	2,0	29,8 a
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	30,0 a
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	31,0 a
	Sin producto	0	27,1 b
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	30,0 ab
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	29,0 bcd
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	31,7 a
	Sin producto	0	27,5 cd
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	29,7 abc
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	31,0 ab
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	30,3 ab
	Sin producto	0	26,7 d
Promedio general			29,5
Significancia estadística	Factor A		ns
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación (%)			2,72

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.8. Rendimiento del cultivo

En el Cuadro 10, se muestran los promedios de rendimiento en kg/ha; el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para el Factor A (métodos de siembra), Factor B (productos quelatos y dosis) e interacciones y el coeficiente de variación fue 2,98 %.

En el Factor A, el método de siembra al voleo presentó 4539,3 kg/ha, estadísticamente superior al método de siembra a chorro continuo con 4278,4 kg/ha.

En la aplicación de productos quelatos, Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha detectó 4684,9 kg/ha, estadísticamente igual a la aplicación de Folcrop Ca – B en dosis de 2,0 L/ha y superiores estadísticamente a los demás promedios, siendo el menor resultado cuando no se aplicó productos con 3874,5 kg/ha.

En las interacciones, la siembra al voleo con Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha alcanzó 5177,1 kg/ha, estadísticamente igual al método de siembra al voleo con Folcrop Ca – B en dosis de 2,0 L/ha; siembra a chorro continuo con Folcrop Combi Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha y superiores estadísticamente al resto de interacciones, siendo el menor promedio para la siembra a chorro continuo sin productos quelatados con 3791,4 kg/ha.

4.9. Análisis económico

En el análisis económico se observó que todos los tratamientos fueron rentables, sin embargo se destacó la siembra al voleo con Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha con una ganancia neta de \$ 351,37 (Cuadro

11).

Cuadro 9. Rendimiento del cultivo, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Rendimiento del cultivo
Al voleo			4539,3 a
Chorro continuo			4278,4 b
	Folcrop Ca - B	2,0	4627,2 ab
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	4448,8 b
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	4684,9 a
	Sin producto	0	3874,5 c
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	4992,0 a
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	4030,7 bc
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	5177,1 a
	Sin producto	0	3957,6 bc
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	4262,4 b
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	4867,0 a
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	4192,7 b
	Sin producto	0	3791,4 c
Promedio general			4408,9
Significancia estadística	Factor A		**
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación (%)			2,98

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

**= altamente significativo

Cuadro 10. Costos fijos/ha, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Alquiler de terreno	ha	1,0	250,00	250,00
Preparación de suelo				
Rastra	u	2,0	25,00	50,00
Control de malezas				
Butaclor	L	4,0	5,00	20,00
Pendimethalin	L	3,0	8,00	24,00
Mano de obra	jornales	3,0	12,00	36,00
Deshierbas manuales	jornales	8,0	12,00	96,00
Fertilización				
Urea	sacos	6,1	21,50	130,72
DAP	sacos	2,6	29,75	77,35
Muriato de potasio	sacos	2,0	20,50	41,00
Mano de obra	jornales	9,0	12,00	108,00
Control fitosanitario				
Cypermctrina	L	0,6	12,00	7,20
Mano de obra	jornales	6,0	12,00	72,00
Sub Total				912,27
Administración (10 %)				91,23
Total Costo Fijo				1003,50

Cuadro 11. Análisis económico del cultivo, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Tratamientos					Costo de producción (USD)								
Nº	Productos	Dosis L/ha	Rend. kg/ha	Sacos 210 lb	Valor de producción (USD)	Variables					Beneficio neto (USD)		
						Fijos	Semilla	Mano de obra para semilla	Produc tos	Mano de obra para prod.		Cosecha + Transpor te	Total
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	4992,0	52,3	1673,6	888,2	110,0	36,0	45,00	108,00	183,05	1370,28	303,29
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	4030,7	42,2	1351,3	888,2	110,0	36,0	55,20	108,00	147,80	1345,24	6,06
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	5177,1	54,2	1735,6	888,2	110,0	36,0	52,20	108,00	189,84	1384,27	351,37
	Sin producto	0,0	3957,6	41,5	1326,8	888,2	110,0	36,0	0,00	0,00	145,12	1179,36	147,46
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	4262,4	44,7	1429,0	888,2	110,0	36,0	45,00	108,00	156,30	1343,53	85,45
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	4867,0	51,0	1631,7	888,2	110,0	36,0	55,20	108,00	178,47	1375,90	255,78
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	4192,7	43,9	1405,6	888,2	110,0	36,0	52,20	108,00	153,74	1348,18	57,43
	Sin producto	0,0	3791,4	39,7	1271,1	888,2	110,0	36,0	0,00	0,00	139,02	1173,26	97,82

Semilla = 110,0 (saco 100 kg)

Jornal = \$ 12,00

Folcrop Ca - B = \$ 7,50 (L)

Costo = \$ 32 (saco 210 lb)

Folcrop Combi Fe – Mn - Zn = \$ 9,20 (L)

Cosecha + transporte = \$ 3,50

Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn = \$ 8,70 (L)

V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos se concluye:

- Los dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, influyeron sobre el rendimiento del cultivo de arroz bajo condiciones de secano.
- Los productos quelatados promovieron el mayor tiempo para floración en la variedad arroz “SFL – 09”.
- La siembra al voleo, utilizando Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn reportó mayor promedio de altura de planta, número de macollos y panículas/m², longitud de panículas, granos por panículas y peso de 1000 granos.
- El mayor rendimiento del cultivo y beneficio neto se reportó con el método de siembra al voleo con el producto quelatado Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn con 5177,1 kg/ha y \$ 351,37.

VI. RECOMENDACIONES

Por lo anterior expuesto se recomienda:

- Utilizar productos quelatos a base de microelementos, para incrementar el rendimiento del cultivo de arroz bajo condiciones de secano.
- Efectuar la siembra al voleo, con el uso de Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn en dosis de 2,0 L/ha.
- Desarrollar investigaciones a base de productos quelatos en otros cultivos de ciclo corto.
- Realizar el mismo ensayo bajo otras condiciones agroecológicas.

VII. RESUMEN

El trabajo experimental se desarrolló en los terrenos del Sr. Humberto Ismael Icaza Sánchez, vía a Baba, Rcto. San Ignacio. Las coordenadas geográficas son 197165.89 UTM de latitud sur y 351695.02 UTM de longitud oeste, a 8 msnm. La zona posee clima tropical húmedo, temperatura mediana anual de 24,90 °C, precipitación anual 2.037,00 mm, evaporación promedio de 1.128,90 mm, humedad 79 % y 725,10 horas de heliofanía anual. El suelo que posee el terreno es de topografía plana, textura franco arcillosa y drenaje regular. Como material de siembra se utilizó la semilla de arroz "SFL – 09". Los tratamientos estuvieron constituidos por los métodos de siembra al voleo y chorro continuo y como productos quelatados Folcrop Ca – B; Folcrop Combi Fe – Mn – Zn; Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn todos en dosis de 2,0 L/ha y un testigo sin aplicación de producto. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar en arreglo factorial A x B, donde el Factor A fueron los métodos de siembra y el Factor B los productos a base de quelatos y testigo con su respectiva dosis y tres repeticiones. La comparación de los promedios se efectuó según la Prueba de Tukey. Las parcelas tuvieron dimensiones de 5,0 m de ancho y 6,0 m de longitud, dando un área total del ensayo de 800 m². Se realizaron todas las prácticas y labores agrícolas que necesite el cultivo para su normal desarrollo, tales como preparación del terreno, siembra, control de malezas, riego, fertilización, control fitosanitario y cosecha. Por los resultados obtenidos se determinó que los dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, influyeron sobre el rendimiento del cultivo de arroz bajo condiciones de secano; los productos quelatados promovieron el mayor tiempo para floración en la variedad arroz "SFL – 09"; la siembra al voleo, utilizando Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn reportó mayor promedio de altura de planta, número de macollos y panículas/m², longitud de panículas, granos por panículas y peso de 1000 granos y el mayor rendimiento del cultivo y beneficio neto se reportó con el método de siembra al voleo con el producto quelatado Folcrop Ca – B - Fe – Mn – Zn con 5177,1 kg/ha y \$ 351,37.

Palabras claves: arroz, métodos de siembra, quelatos, rendimiento.

VIII. SUMMARY

The experimental work was developed in the lands of Mr. Humberto Ismael Icaza Sánchez, via Baba, Rcto. San Ignacio. The geographic coordinates are 197165.89 UTM south latitude and 351695.02 UTM west longitude, 8 mmm. The zone possesses humid tropical climate, annual temperature of 24.90 0C, annual precipitation 2,037.00 mm, average evaporation of 1128.90 mm, humidity 79% and 725.10 hours of annual heliophany. The soil that owns the land is of flat topography, clay loam texture and regular drainage. The "SFL-09" rice seed was used as seed material. The treatments were constituted by the methods of sowing to the volley and continuous stream and like chelated products Folcrop Ca - B; Folcrop Combi Fe - Mn - Zn; Folcrop Ca - B - Fe - Mn - Zn all in doses of 2.0 L / ha and a control without application of product. The experimental design of Random Complete Blocks was used in factorial arrangement A x B, where Factor A was the planting methods and Factor B the products based on chelates and control with its respective dose and three repetitions. The comparison of the averages was carried out according to the Tukey Test. The plots had dimensions of 5.0 m wide and 6.0 m long, given a total test area of 800 m². All the practices and agricultural work that the crop needs for its normal development were carried out, such as land preparation, sowing, weed control, irrigation, fertilization, phytosanitary control and harvesting. Based on the results obtained, it was determined that the two sowing methods, interacted with chelates based on microelements, influenced the rice crop yield under rainfed conditions; the chelated products promoted the longest flowering time in the rice variety "SFL - 09"; broadcasting, using Folcrop Ca - B - Fe - Mn - Zn reported higher average plant height, number of tillers and panicles / m², length of panicles, grains per panicles and weight of 1000 grains and the highest yield of the crop and net profit was reported with the broadcast sowing method with Folcrop Ca - B - Fe - Mn - Zn chelated product with 5177.1 kg / ha and \$ 351.37.

Keywords: rice, planting methods, chelates, yield.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Arizmendi-Galicia, N., Rivera-Ortiz, P., Cruz-Salazar, F., Castro-Meza, B., De la Garza-Requena, F. 2014. Lixiviación de hierro quelatado en suelos calcáreos. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Terra Latinoamericana, vol. 29, núm. 3, pp. 231-237
- Barquero, G. 2019. Clasificación de los quelatos: consideraciones prácticas. XI Congreso Nacional Agronómico, III Congreso Nacional de Suelos 1999. Disponible en http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_357.pdf
- Briceño, I., Álvarez, L. 2014. Evaluación de un sistema de preparación del suelo y siembra en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Rev. Unell. Cienc. Tec. 28: 16-24.
- Deambrosi, E., Méndez, R., Roel, A. 2017. Estrategia en la producción de arroz. Para un mejor aprovechamiento de las principales variables climáticas. Serie Técnica N° 89. INIA. ISBN: 9974-38-074-X
- Díaz, A., Espinosa, M., Ortiz, F. 2018. Corrección de la clorosis férrica con quelato EDDHA en cultivos sembrados en suelo alcalino y calcáreo Correction of iron chlorosis with chelate EDDHA in crops grown in alkaline and calcareous soil. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C. Terra Latinoamericana, vol. 36, núm. 1.
- EcuRed. 2019. Agente quelantes. Disponible en https://www.ecured.cu/Agente_quelante
- Fertilab. 2019. El Uso de Quelatos en la Agricultura: Generalidades de los quelatos. Disponible en <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/Vista/Usode-Quelatos-en-Agricultura.php>
- Infoagro. 2019. Los quelatos de microelementos. Disponible en

http://www.infoagro.com/abonos/microelementos_quelutados.htm

- Jiménez, O., Silva, R., Cruz, J. 2014. Efecto de densidades de siembra sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) en el municipio Santa Rosalía estado Portuguesa, Venezuela. *Rev. Unell. Ciencia y tecnología*. 27. 32-41
- Lucena, J. 2016. El empleo de complejantes y quelatos en la fertilización de micronutrientes *Revista Ceres*. Universidad Federal de Viçosa Vicoso, Brasil. Vol. 56, núm. 4, pp. 527-535
- Martínez-Rodríguez, O., Gómez-Gallegos, C. y Santamaría-César, E. 2018. Aplicación de quelatos para corregir la deficiencia de fierro en durazno (*Prunus persica* Baltch). *Revista Chapingo serie zonas áridas*.
- Ojeda-Barrios, D., Hernández-Rodríguez, O., Martínez-Téllez, J., Núñez-Barrios, A., Perea Portillo, E. 2016. Aplicación foliar de quelatos de zinc en nogal pecanero. *Revista Chapingo, serie Horticultura*. Universidad Autónoma Chapingo Chapingo, México. Vol. 15, núm. 2, pp. 205-210
- Ortegón-Morales, A., Díaz-Franco, A, González-Quintero, J. 2017. Cultivares de canola y su interaccion con el ambiente y el metodo de siembra *Universidad y Ciencia*, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco Villahermosa, México. Vol. 23, núm. 1, pp. 21-27
- Pastor, M., Castro, J., Hidalgo, J., Camacho, L., 2017. Corrección de clorosis férrica en olivar mediante la utilización de quelatos fe- eddha en fertirrigación. *Edafología*. Volumen 7-2. pág. 197-204.
- Perea, E., Ojeda, D., Hernández, A., Ruiz, T., Martínez, J. 2018. Utilización de quelatos en la agricultura. *Facultad de Ciencias Agrotecnológicas/Universidad Autónoma de Chihuahua*. *Revista Syntesis*. Pag. 53 – 61.

Quitoquímica. 2019. Que son los quelatos o complejos usados en agricultura. Disponible en <http://www.quitoquímica.cl/noticias/2010/07/15/que-son-los-quelatos-o-complejos-usados-en-agricultura/>

Rodríguez, H., Arteaga de R., L., Cardona, R., Ramón, M., Alemán, L. 2014. Respuesta de las variedades de arroz fonaiap 1 y cimarrón a dos densidades de siembra y dos dosis de nitrógeno Bioagro. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Barquisimeto, Venezuela, vol. 14, núm. 2, pp. 105-112

Smart. 2019. Los Fertilizantes Quelatos y su Uso. Disponible en <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/chelate-fertilizers>

Suaste-Franco, M., Solís-Moya, E., Ledesma-Ramírez, L., De la Cruz-Gonzalez, M., Grageda-Cabrera, O., Báez-Pérez, A. 2014. Efecto de la densidad y método de siembra en el rendimiento de grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Bajío, México. Colegio de Postgraduados Texcoco, México. Agrociencia, vol. 47, núm. 2, pp. 159-170

APÉNDICE

Cuadros de resultados, andeva y prueba de Tukey.

Cuadro 12. Días a floración, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Repeticiones			X
			I	II	III	
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	64	74	69	69
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	74	76	72	74
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	64	74	69	69
	Sin producto	0	78	79	79	79
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	74	76	72	74
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	74	73	78	75
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	74	72	75	74
	Sin producto	0	65	64	67	65

Variable N R² R² Aj CV
Florac 24 0,78 0,65 3,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	405,92	9	45,10	5,67	0,0021
Rep	28,58	2	14,29	1,80	0,2022
Factor A	2,67	1	2,67	0,34	0,5719
Factor B	39,00	3	13,00	1,63	0,2266
Factor A*Factor B	335,67	3	111,89	14,06	0,0002
Error	111,42	14	7,96		
<u>Total</u>	<u>517,33</u>	<u>23</u>			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,47013

Error: 7,9583 gl: 14

<u>Factor A</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
Al voleo	72,67	12	0,81 A
Chorro continuo	72,00	12	0,81 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,73403

Error: 7,9583 gl: 14

Factor B	Medias n	E.E.
Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	74,50	6 1,15 A
Sin producto	72,00	6 1,15 A
Folcrop Ca - B	71,50	6 1,15 A
Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	71,33	6 1,15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,12786

Error: 7,9583 gl: 14

Factor A	Factor B	Medias n	E.E.
Al voleo	Sin producto	78,67	3 1,63 A
Chorro continuo	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	75,00	3 1,63 A B
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	74,00	3 1,63 A B
Al voleo	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	74,00	3 1,63 A B
Chorro continuo	Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	73,67	3 1,63 A B
Al voleo	Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	69,00	3 1,63 B C
Al voleo	Folcrop Ca - B	69,00	3 1,63 B C
Chorro continuo	Sin producto	65,33	3 1,63 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro 13. Altura de planta, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	X
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	93,0	94,0	93,5	93,5
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	94,5	95,0	93,8	94,4
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	94,0	95,0	94,8	94,6
	Sin producto	0	79,2	79,8	75,9	78,3
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	85,2	86,1	85,8	85,7
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	84,0	85,0	85,3	84,8
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	84,6	85,0	84,0	84,5
	Sin producto	0	75,6	74,2	73,9	74,6

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Alt pl	24	0,99	0,98	1,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1186,32	9	131,81	168,70	<0,0001
Rep	3,17	2	1,58	2,03	0,1686
Factor A	366,60	1	366,60	469,18	<0,0001
Factor B	778,81	3	259,60	332,24	<0,0001
Factor A*Factor B	37,74	3	12,58	16,10	0,0001
Error	10,94	14	0,78		
Total	1197,26	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,77399

Error: 0,7814 gl: 14

Factor A	Medias	n	E.E.
Al voleo	90,21	12	0,26 A
Chorro continuo	82,39	12	0,26 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,48336

Error: 0,7814 gl: 14

Factor B	Medias	n	E.E.
Folcrop Ca - B	89,60	6	0,36 A
Folcrop Combi Fe - Mn - Zn..	89,60	6	0,36 A
Folcrop Ca - B - Fe - Mn -..	89,57	6	0,36 A
Sin producto	76,43	6	0,36 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,54679

Error: 0,7814 gl: 14

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Al voleo	Folcrop Ca - B - Fe - Mn -..	94,60	3	0,51 A
Al voleo	Folcrop Combi Fe - Mn - Zn..	94,43	3	0,51 A
Al voleo	Folcrop Ca - B	93,50	3	0,51 A
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	85,70	3	0,51 B
Chorro continuo	Folcrop Combi Fe - Mn - Zn..	84,77	3	0,51 B
Chorro continuo	Folcrop Ca - B - Fe - Mn -..	84,53	3	0,51 B
Al voleo	Sin producto	78,30	3	0,51 C
Chorro continuo	Sin producto	74,57	3	0,51 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro 14. Número de macollos/m², en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Repeticiones			X
			I	II	III	
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	330	340	335	335
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	294	295	298	296
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	408	410	400	406
	Sin producto	0	275	280	279	278
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	390	395	385	390
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	400	395	390	395
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	280	285	283	283
	Sin producto	0	271	269	272	271

Variable N R² R² Aj CV
Macollos 24 1,00 1,00 1,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	69795,88	9	7755,10	554,64	<0,0001
Rep	50,25	2	25,13	1,80	0,2020
Factor A	210,04	1	210,04	15,02	0,0017
Factor B	27510,13	3	9170,04	655,84	<0,0001
Factor A*Factor B	42025,46	3	14008,49	1001,88	<0,0001
Error	195,75	14	13,98		
<u>Total</u>	<u>69991,63</u>	<u>23</u>			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,27413

Error: 13,9821 gl: 14

Factor A Medias n E.E.

Chorro continuo 334,58 12 1,08 A

Al voleo 328,67 12 1,08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,27490

Error: 13,9821 gl: 14

Factor B Medias n E.E.

Folcrop Ca - B 362,50 6 1,53 A

Folcrop Combi Fe – Mn - Zn.. 345,33 6 1,53 B

Folcrop Ca – B - Fe – Mn -.. 344,33 6 1,53 B

Sin producto 274,33 6 1,53 C

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,77339

Error: 13,9821 gl: 14

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.	
Al voleo	Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	406,00	3	2,16	A
Chorro continuo	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	395,00	3	2,16	B
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	390,00	3	2,16	B
Al voleo	Folcrop Ca - B	335,00	3	2,16	C
Al voleo	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	295,67	3	2,16	D
Chorro continuo	Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	282,67	3	2,16	E
Al voleo	Sin producto	278,00	3	2,16	E F
Chorro continuo	Sin producto	270,67	3	2,16	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro 15. Número de panículas/m², en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	X
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	325	330	320	325
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	280	278	280	279
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	400	390	375	388
	Sin producto	0	270	269	275	271
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	340	325	330	332
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	400	380	390	390
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	275	279	279	278
	Sin producto	0	263	265	261	263

Variable N R² R² Aj CV

Paniculas 24 0,99 0,98 2,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	56092,21	9	6232,47	147,95	<0,0001
Rep	135,58	2	67,79	1,61	0,2349
Factor A	1,04	1	1,04	0,02	0,8773
Factor B	19044,46	3	6348,15	150,70	<0,0001
Factor A*Factor B	36911,13	3	12303,71	292,08	<0,0001
Error	589,75	14	42,13		
Total	56681,96	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,68301

Error: 42,1250 gl: 14

Factor A	Medias	n	E.E.
Al voleo	316,00	12	1,87 A
Chorro continuo	315,58	12	1,87 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,89155

Error: 42,1250 gl: 14

Factor B	Medias	n	E.E.
Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	334,67	6	2,65 A
Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	333,00	6	2,65 A
Folcrop Ca - B	328,33	6	2,65 A
Sin producto	267,17	6	2,65 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=18,69973

Error: 42,1250 gl: 14

Factor A	Factor B	Medias	n	E.E.
Chorro continuo	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	390,00	3	3,75 A
Al voleo	Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	388,33	3	3,75 A
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	331,67	3	3,75 B
Al voleo	Folcrop Ca - B	325,00	3	3,75 B
Al voleo	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	279,33	3	3,75 C
Chorro continuo	Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	277,67	3	3,75 C
Al voleo	Sin producto	271,33	3	3,75 C
Chorro continuo	Sin producto	263,00	3	3,75 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro 16. Longitud de panículas, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	X
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	34,0	34,0	33,9	34,0
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	35,0	32,8	33,7	33,8
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	35,0	34,9	35,0	35,0
	Sin producto	0	28,8	29,0	28,5	28,8
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	30,0	30,2	30,3	30,2
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	29,6	30,0	29,7	29,8
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	30,0	31,0	39,8	33,6
	Sin producto	0	27,3	26,9	27,1	27,1

Variable N R² R² Aj CV
Long pan 24 0,77 0,63 6,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	185,13	9	20,57	5,28	0,0030
Rep	6,43	2	3,22	0,83	0,4582
Factor A	44,55	1	44,55	11,44	0,0045
Factor B	125,26	3	41,75	10,72	0,0006
Factor A*Factor B	8,88	3	2,96	0,76	0,5349
Error	54,53	14	3,89		
<u>Total</u>	<u>239,66</u>	<u>23</u>			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,72806

Error: 3,8949 gl: 14

Factor A Medias n E.E.

Al voleo 32,88 12 0,57 A

Chorro continuo 30,16 12 0,57 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,31185

Error: 3,8949 gl: 14

Factor B Medias n E.E.

Folcrop Ca – B - Fe – Mn -.. 34,28 6 0,81 A

Folcrop Ca - B 32,07 6 0,81 A

Folcrop Combi Fe – Mn - Zn.. 31,80 6 0,81 A

Sin producto 27,93 6 0,81 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,68612

Error: 3,8949 gl: 14

Factor A Factor B Medias n E.E.

Al voleo Folcrop Ca – B - Fe – Mn -.. 34,97 3 1,14 A

Al voleo Folcrop Ca - B 33,97 3 1,14 A B

Al voleo Folcrop Combi Fe – Mn - Zn.. 33,83 3 1,14 A B

Chorro continuo Folcrop Ca – B - Fe – Mn -.. 33,60 3 1,14 A B

Chorro continuo Folcrop Ca - B 30,17 3 1,14 A B C

Chorro continuo Folcrop Combi Fe – Mn - Zn.. 29,77 3 1,14 A B C

Al voleo Sin producto 28,77 3 1,14 B C

Chorro continuo Sin producto 27,10 3 1,14 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro 17. Granos por panículas, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	X
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	142	143	143	143
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	141	143	140	141
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	181	182	184	182
	Sin producto	0	121	125	120	122
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	140	140	141	140
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	130	132	130	131
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	132	135	132	133
	Sin producto	0	120	118	119	119

Variable N R² R² Aj CV
Granos pan 24 1,00 0,99 1,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8087,08	9	898,56	470,28	<0,0001
Rep	8,58	2	4,29	2,25	0,1426
Factor A	1600,67	1	1600,67	837,73	<0,0001
Factor B	4235,50	3	1411,83	738,90	<0,0001
Factor A*Factor B	2242,33	3	747,44	391,19	<0,0001
Error	26,75	14	1,91		
Total	8113,83	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,21034

Error: 1,9107 gl: 14

Factor A Medias n E.E.

Al voleo 147,08 12 0,40 A

Chorro continuo 130,75 12 0,40 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,31962

Error: 1,9107 gl: 14

Factor B Medias n E.E.

Folcrop Ca – B - Fe – Mn -.. 157,67 6 0,56 A

Folcrop Ca - B 141,50 6 0,56 B

Folcrop Combi Fe – Mn - Zn.. 136,00 6 0,56 C

Sin producto 120,50 6 0,56 D

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,98257

Error: 1,9107 gl: 14

Factor A	Factor B	Medias n	E.E.	
Al voleo	Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	182,33	3 0,80	A
Al voleo	Folcrop Ca - B	142,67	3 0,80	B
Al voleo	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	141,33	3 0,80	B
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	140,33	3 0,80	B
Chorro continuo	Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	133,00	3 0,80	C
Chorro continuo	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	130,67	3 0,80	C
Al voleo	Sin producto	122,00	3 0,80	D
Chorro continuo	Sin producto	119,00	3 0,80	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (

Cuadro 18. Peso de 1000 granos, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	X
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	31,0	30,0	29,0	30,0
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	28,0	29,0	30,0	29,0
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	31,0	32,0	32,0	31,7
	Sin producto	0	28,2	27,4	26,9	27,5
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	29,0	30,0	30,0	29,7
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	31,0	30,0	32,0	31,0
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	30,0	30,0	31,0	30,3
	Sin producto	0	27,1	26,9	26,2	26,7

Variable N R² R² Aj CV
Peso 1000 granos 24 0,87 0,78 2,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	59,73	9	6,64	10,28	0,0001
Rep	0,27	2	0,14	0,21	0,8138
Factor A	0,07	1	0,07	0,11	0,7461
Factor B	49,74	3	16,58	25,69	<0,0001
Factor A*Factor B	9,64	3	3,21	4,98	0,0148
Error	9,04	14	0,65		
Total	68,77	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70347

Error: 0,6455 gl: 14

<u>Factor A</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
Al voleo	29,54	12	0,23 A
Chorro continuo	29,43	12	0,23 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,34822

Error: 0,6455 gl: 14

<u>Factor B</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	31,00	6	0,33 A
Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	30,00	6	0,33 A
Folcrop Ca - B	29,83	6	0,33 A
Sin producto	27,12	6	0,33 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,31476

Error: 0,6455 gl: 14

<u>Factor A</u>	<u>Factor B</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
Al voleo	Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	31,67	3	0,46 A
Chorro continuo	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	31,00	3	0,46 A B
Chorro continuo	Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	30,33	3	0,46 A B
Al voleo	Folcrop Ca - B	30,00	3	0,46 A B
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	29,67	3	0,46 A B C
Al voleo	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	29,00	3	0,46 B C D
Al voleo	Sin producto	27,50	3	0,46 C D
Chorro continuo	Sin producto	26,73	3	0,46 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro 19. Rendimiento del cultivo, en la evaluación de dos métodos de siembra, interaccionados con quelatos a base de microelementos, en el cultivo de arroz. UTB, 2018

Factor A (Métodos de siembra)	Factor B (Productos quelatos)	Dosis (L/ha)	Repeticiones			
			I	II	III	X
Al voleo	Folcrop Ca - B	2,0	4987,5	5010,4	4978,0	4992,0
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	3987,7	4123,7	3980,6	4030,7
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	5243,9	5189,0	5098,4	5177,1
	Sin producto	0	3876,9	3987,6	4008,4	3957,6
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	2,0	4234,6	4321,6	4231,0	4262,4
	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn	2,0	4879,0	4756,7	4965,3	4867,0
	Folcrop Ca – B - Fe – Mn - Zn	2,0	4005,5	4567,9	4004,6	4192,7
	Sin producto	0	3789,6	3886,2	3698,4	3791,4

Variable N R² R² Aj CV
Rend 24 0,96 0,94 2,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5927425,56	9	658602,84	38,31	<0,0001
Rep	67805,93	2	33902,96	1,97	0,1759
Factor A	414751,04	1	414751,04	24,13	0,0002
Factor B	2468817,64	3	822939,21	47,87	<0,0001
Factor A*Factor B	2976050,95	3	992016,98	57,71	<0,0001
Error	240650,75	14	17189,34		
<u>Total</u>	<u>6168076,31</u>	<u>23</u>			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=114,79899

Error: 17189,3396 gl: 14

Factor A Medias n E.E.

Al voleo 4536,84 12 37,85 A

Chorro continuo 4273,93 12 37,85 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=220,01348

Error: 17189,3396 gl: 14

<u>Factor B</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	4676,00	6	53,52 A
Folcrop Ca - B	4627,18	6	53,52 A B
Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	4448,83	6	53,52 B
Sin producto	3869,52	6	53,52 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=377,74170

Error: 17189,3396 gl: 14

<u>Factor A</u>	<u>Factor B</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
Al voleo	Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	5177,10	3	75,70 A
Al voleo	Folcrop Ca - B	4991,97	3	75,70 A
Chorro continuo	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	4867,00	3	75,70 A
Chorro continuo	Folcrop Ca - B	4262,40	3	75,70 B
Chorro continuo	Folcrop Ca – B - Fe – Mn -..	4174,90	3	75,70 B
Al voleo	Folcrop Combi Fe – Mn - Zn..	4030,67	3	75,70 B C
Al voleo	Sin producto	3947,63	3	75,70 B C
Chorro continuo	Sin producto	3791,40	3	75,70 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fotografías



Fig. 1. Aplicación de pesticidas en el cultivo de arroz.



Fig. 2. Etiquetas para colocar en el cultivo



Fig. 3. Preparación de los productos quelatados



Fig. 4. Aplicación de productos quelatados.



Fig. 5. Desarrollo del cultivo de arroz



Fig. 6. Cultivo de arroz en proceso de producción



Fig. 7. Cultivo de arroz listo para cosecha



Fig. 8. Evaluación de macollos/m²



Fig. 9. Cultivo de arroz para toma de otras variables



Fig. 10. Visita del coordinador de titulación, Ing. Agr. Edwin Hasang Morán.



Fig. 11. Conteo de granos por panículas



Fig. 12. Evaluación del peso de 1000 granos.