



EL MISIONERO DEL AGRO

INFLUENCIA DEL ZINC SOBRE EL ESTRÉS GENERADO POR LA
APLICACIÓN DE UNA MEZCLA HERBICIDA EN EL CULTIVO DE
ARROZ (*Oryza sativa*)

INFLUENCE OF ZINC ON GENERATED STRESS USING A
HERBICIDE COMBINED ON RICE CULTIVE (*Oryza sativa*)

Filiación:

Universidad Agraria del Ecuador
Facultad de Ciencias Agrarias

Autor:

Ing. Freddy Gavilánez Luna, MSc.
fgavilanez@uagraria.edu.ec

Coautores:

Ing. Juan Martillo García, MSc.
jmartillo@uagraria.edu.ec

Ing. César Morán Castro, MSc.
cmoran@uagraria.edu.ec

Ing. Colón Cruz Romero, MSc.
cecruz@uagraria.edu.ec

Ing. Fernando Martínez Alcívar, MSc.
fmartinez@uagraria.edu.ec

Guayaquil - Ecuador

Fecha de presentación: 05/enero/2016
Fecha de aceptación: 08/febrero/2016

INFLUENCIA DEL ZINC SOBRE EL ESTRÉS GENERADO POR LA APLICACIÓN DE UNA MEZCLA HERBICIDA EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*)

INFLUENCE OF ZINC ON GENERATED STRESS USING A HERBICIDE COMBINED ON RICE CULTIVE (*Oryza sativa*)

Universidad Agraria del Ecuador - Facultad de Ciencias Agrarias

Autor: Ing. Freddy Gavilánez Luna, MSc. / fgavilanez@uagraria.edu.ec
Coautores: Ing. Juan Martillo García, MSc. / jmartillo@uagraria.edu.ec
Ing. César Morán Castro, MSc. / cmoran@uagraria.edu.ec
Ing. Colón Cruz Romero, MSc. / cecruz@uagraria.edu.ec
Ing. Fernando Martínez Alcívar, MSc. / fmartinez@uagraria.edu.ec

RESUMEN

El uso de herbicidas en el cultivo de arroz constituye uno de los factores determinantes de su producción; no obstante, hay algunas evidencias que indican que estos agroquímicos repercuten negativamente en la productividad de esta gramínea, aun utilizando los llamados selectivos. Consecuentemente, se desarrolló este estudio empleando un nutriente como el zinc, junto con la mezcla herbicida de propanil (6.0 L/ha) y pyrazosulfuron ethyl (250 g/ha), con el propósito de aminorar el potencial efecto fitotóxico. Se utilizaron cuatro dosis de zinc quelatado (0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 L/ha), además de un tratamiento testigo. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron la toxicidad, la altura de las plantas (cm), macollos y panículas por planta, número de granos por panícula, granos vanos (%), peso de 1000 granos (g) y el rendimiento (kg/ha). Estas variables fueron sometidas al análisis de varianza y al test de Tukey ($P < 0.05$). El zinc, junto con los herbicidas, reportaron los mayores promedios estadísticos, deduciéndose que este elemento puede disminuir el efecto estresante.

Palabras clave: control de malezas, efecto del zinc, fitotoxicidad del arroz.

ABSTRACT

The use of herbicides in rice cultivation is one of the determining factors of production; however, there is some evidence that these chemicals adversely affect the productivity of this grass, even using the called the selectives. Consequently, this study was conducted using a nutrient such as zinc, along with propanil herbicide mixture (6.0 L/ha) and pyrazosulfuron ethyl (250g/ha), in order to minimize the potential phytotoxic effect. Were utilized zinc chelated four doses (0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 L/ha) and a control treatment. Was used Design randomized complete block with four replications. Was evaluated toxicity, the plant height (cm), tillers and panicles per plant, number of grains per panicle, empty grains (%), 1000 grain weight (g) and yield (kg/ha). These variables were subjected to analysis of variance and Tukey test ($P < 0.05$). The zinc, together with herbicides, reported the greatest statistical averages, deducing that element can reduce the stress effect.

Keywords: weed control, effect of zinc, phytotoxicity of rice.

INTRODUCCIÓN

La explosión demográfica humana cada vez hace mayores exigencias de alimentos, mediante un requerimiento que crece exponencialmente. Consecuentemente, los procesos productivos inexorablemente exigen una creciente eficiencia. En este sentido, la agricultura se encuentra inmersa en la necesidad recurrente de producir alimentos a partir de las mejores opciones optimizadas que se puedan utilizar en la producción de un cultivo.

El arroz es uno de los cereales de mayor demanda en el Ecuador; de hecho, los 53.2 kg/habitante de consumo anual definen la magnitud de su importancia; mientras que en países vecinos como Colombia y Perú, dicho consumo es de 40.0 y 47.4 kg/habitante, respectivamente (Diario El Universo, 2013). Su cultivo se desarrolla principalmente en las provincias del Guayas (59.0%) y Los Ríos (29.8%), reportando juntas un 88.8% a nivel nacional (MAGAP, 2012). Los excedentes exportables generados durante el año 2012 fueron 14,418.44 TM, enviándose principalmente al país vecino de Colombia (MAGAP, 2012).

Como en todo cultivo comercial, la necesidad de utilizar herbicidas químicos para el control de las malezas está inherentemente ligado a su proceso de producción. Los costos de la mano de obra que se utilizarían, si se quisiera obviar el uso de estos agrotóxicos, harían inviable su cultivo para cualquier agricultor; dada la gran influencia negativa que tienen las malezas sobre la productividad del arroz, pudiendo afectar entre un 45 a 75 % de su rendimiento, cuyo control corresponde a aproximadamente un 28% del costo total de producción (Peñaherrera, 2007). Aunque a nivel de grandes productores, los herbicidas han permitido un control más eficiente; aun entre los pequeños productores, las malezas siguen consumiendo más del 40% de la mano de obra en actividades de desyerbe (Labrada, et al., 1996).

El uso indiscriminado de los herbicidas químicos es un problema continuo que está determinado por la falta de manejo técnico y hasta cultural, especialmente de los pequeños agricultores. Esta situación contribuye al mal manejo de dosis adecuadas, que terminan produciendo efectos fitotóxicos en el cultivo y un resultado ineficiente del herbicida. Si bien en algunos estudios se indican, según evaluaciones visuales, que ciertos herbicidas químicos no producen efectos fitotóxicos en el arroz (Alvarado, 2012; Esqueda y Rosales, 2004); existen otros, donde el propanil presentó cierto nivel de afectación visual en el cultivo de arroz, que desapareció a los 30 días de su aplicación (Esqueda y Tosquy, 2009). Sin embargo, la aplicación de los herbicidas químicos pueden tener cierta incidencia sobre la potencialidad genética de los cultivares de arroz, de allí que por ejemplo, en un estudio realizado por Díaz et al. (2006), quienes probaron prácticas agroecológicas de cultivo, utilizando girasol como cultivo de rotación y laboreo en seco, se hayan obtenidos rendimientos de 5.1 TM/ha; mientras, que con el uso de herbicidas este rendimiento fue de apenas 3.2 TM/ha.

La acción selectiva de los herbicidas no puede considerarse como una característica absoluta de éstos, más bien su efecto es relativo (Doll, 1982). Existen múltiples factores que definen el éxito de su selectividad, en donde las dosis apropiadas y las épocas de aplicación adecuadas no tienen un apego restricto; de allí que si bien, de manera subjetiva no se visualicen los efectos fitotóxicos, estos en alguna manera inciden en el rendimiento de un cultivo (Kogan y Pérez, 2003).

Existen tres formas por las que ocurre la selectividad, definidas como de tipo física, de transporte diferencial y de tipo bioquímica (Kogan y Pérez, 2003). Dentro de la selectividad, la de tipo bioquímica involucra una acción enzimática que transforma la acción tóxica de las moléculas herbicidas a

formas inocuas en determinados cultivos. Consecuentemente, existen nutrientes como el zinc, que pueden proteger relativamente al cultivo de los potenciales efectos tóxicos que se generan por la aplicación de estas sustancias. El zinc está involucrado en la producción de hormonas, controla la producción de importantes reguladores de crecimiento como el ácido indolacético (IAA), estimulando consecuentemente el desarrollo de las plantas. Su contribución a la producción de ciertas enzimas, nulifican el potencial

efecto de fitotoxicidad; lo cual ocasiona, según Stoller (s.f.), que este nutriente al ser aplicado conjuntamente con un herbicida a base de propanil en el cultivo de arroz, éste no se vea afectado en su desarrollo por efecto del herbicida. Bajo este argumento, se planteó este estudio en donde se probaron cuatro dosis de zinc, junto con la mezcla herbicida de propanil más pyrazosulfuron ethyl, con el propósito de evaluar su efecto antiestrés en el cultivo de arroz causado por dichos herbicidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo del experimento se llevó a cabo en el recinto Las Cancaguas del cantón Pueblo Viejo, en la provincia de Los Ríos; entre los meses de enero a mayo del 2015. El área del ensayo utilizado fue de 1.168 m², relativamente plano y su ubicación geográfica correspondió a las coordenadas: 01°27' de latitud sur y 79°28' de longitud oeste.

Las condiciones climáticas de la zona, según el anuario del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI] (2014), registran una temperatura promedio de 24.2°C, humedad relativa del 90%, precipitación de 2570 mm y

una heliofanía de 780.9 horas anuales.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, compuesto de 6 tratamientos, los cuales se indican en la tabla 1. Cada uno de ellos se evaluó a través de 4 repeticiones; valorando las diferencias estadísticas entre tratamientos, mediante el análisis de varianza. La comparación de promedios de los tratamientos, en donde se detectaron diferencias significativas, se realizó mediante la prueba de Tukey, al 5% de probabilidad. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el software Infostat, versión estudiantil.

Tabla 1. Tratamientos estudiados

N°	Tratamientos
1	Mezcla herbicida
2	Mezcla herbicida + Zinc (0.5 L/ha)
3	Mezcla herbicida + Zinc (1.0 L/ha)
4	Mezcla herbicida + Zinc (1.5 L/ha)
5	Mezcla herbicida + Zinc (2.0 L/ha)
6	Testigo absoluto

Fuente: autores

La mezcla herbicida estuvo compuesta por propanil, con una dosis de 6.0 L/ha; más pyrazosulfuron ethyl, en dosis de 250 g/ha. Las concentraciones de ingrediente activo de

estos herbicidas son de 460 g/L y 100 g/kg, respectivamente. En lo que respecta al zinc, este elemento se utilizó en forma de quelato, al 6.8 % de ingrediente activo.

La variedad de arroz utilizada fue la INIAP 14 de origen Filipino. Entre sus características agronómicas importantes, la definen como una variedad capaz de producir entre 5300 a 6800 kg/ha en época de lluvias (secano), que puede alcanzar una altura entre 99 a 107 cm (en secano), entre 14 a 38 panículas por planta, una longitud de panícula de 23 cm, 89% de granos llenos por panícula y un peso de 1000 granos de 26 g; además de ser resistente al acame (Boletín divulgativo del INIAP). La siembra en el campo definitivo se realizó por trasplante, utilizando aproximadamente 45 kg/ha de semilla, con distanciamiento de 25

cm entre plantas e hileras.

La primera fertilización se realizó a los 10 días después de la siembra, aplicando 100 kg/ha de la fórmula 10-20-30. Posteriormente, a los 30 y 45 días, se adicionó sulfato de nitrógeno (40% N) en dosis de 100 kg/ha en cada aplicación.

Se evaluó el control general realizado por herbicida a los 14 días después de la aplicación (dda); utilizando la escala de evaluación visual de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974), cuyos significados se indican en la tabla 2.

Tabla 2. Escala para evaluación visual del control de malezas.

Índice	Denominación
0 – 40	Ninguno o pobre
41 – 60	Regular
61 – 70	Suficiente
71 - 80	Bueno
81 – 90	Muy bueno
91 - 100	Excelente

Fuente: ALAM, 1974. Citada por Anzalone y Silva, 2010.

Se realizó una evaluación visual de los efectos de toxicidad del herbicida al cultivo de arroz, a los 10 días después de aplicados; utilizando para ello la siguiente escala: 0 a 1: sin daño; de 1 a 2: daños muy leves; de 2 a 4: daño moderado, evidencia de clorosis; de 4 a 7: daño severo, fuerte clorosis; de 7 a 9: daños muy severos; y de 9 a 10: muerte general. En cuanto a las variables agronómicas, se evaluaron la altura de planta a los 110 días

del trasplante (cm), macollos y panículas por planta; cada una de estas en 10 plantas seleccionadas aleatoriamente en el área de evaluación de la parcela.

Asimismo, se evaluaron el número de granos por panícula en 10 de ellas y la presencia de granos vanos (%); así como también el peso de 1000 granos (g) y el rendimiento (kg/ha), con la corrección por humedad al 14%.

RESULTADOS

En la tabla 3 se detallan los valores sobre la toxicidad visual producida por la mezcla herbicida y del control de las malezas evaluadas a los 14 días después de la aplicación, en forma general.

Tabla 3. Promedios de toxicidad visual y del control general de las malezas.

N°	Tratamientos	Toxicidad visual	Control a los 14 dda (%)
1	Mezcla herbicida	4.1 a	94.0 a
2	Mezcla herbicida + Zinc (0.5 L/ha)	2.3 b	96.3 a
3	Mezcla herbicida + Zinc (1.0 L/ha)	1.9 bc	86.3 a
4	Mezcla herbicida + Zinc (1.5 L/ha)	1.9 bc	88.5 a
5	Mezcla herbicida + Zinc (2.0 L/ha)	1.3 c	87.5 a
6	Testigo absoluto	0 d	0.0 b
CV (%)		22.3	8.5

Letras iguales no difieren significativamente ($P < 0.05$)

Fuente: autores

Conforme a la escala de valoración visual utilizada, la mezcla herbicida utilizada, permitió observar en la apariencia del cultivo, cierta diferencia en cuanto a su aspecto que pudiera considerarse como un efecto tóxico, a los 10 días después de su aplicación; reportándose el mayor promedio en el tratamiento T1 que no contenía zinc, con un valor que lo definía como daño moderado, con evidencia de clorosis (tabla 4). Cabe indicar que este aspecto fue desapareciendo posteriormente.

Los reportes del control de las malezas entre los tratamientos que contenían a la mezcla

herbicida, estadísticamente no mostraron diferencias entre ellos; no obstante, según lo que se indica en la tabla 3, el mayor control se pudo lograr con los tratamientos T1 y T2, que correspondían a la aplicación de los herbicidas, solos y adicionados con 0.5 L/ha de zinc, respectivamente. Asimismo, según el control realizado por los tratamientos en donde se utilizaron 1.0, 1.5 y 2.0 L/ha de zinc, puede advertirse que este elemento tuvo cierto efecto que incidió en un menor control.

Los promedios de la evaluación de la altura de planta (cm) y del número de macollos por planta se indican en la tabla 4.

Tabla 4. Promedios de variables relacionadas al cultivo.

N°	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Número de macollos por planta
1	Mezcla herbicida	94.8 a	22.3 c
2	Mezcla herbicida + Zinc (0.5 L/ha)	96.3 a	23.0 bc
3	Mezcla herbicida + Zinc (1.0 L/ha)	97.5 a	24.3 abc
4	Mezcla herbicida + Zinc (1.5 L/ha)	102.3 a	25.5 ab
5	Mezcla herbicida + Zinc (2.0 L/ha)	105.3 a	26.0 a
6	Testigo absoluto	71.3 b	11.3 d
CV (%)		5.0	5.4

Letras iguales no difieren significativamente ($P < 0.05$)

Fuente: autores

En lo que respecta a la altura de plantas, entre los tratamientos se pudo determinar diferencias estadísticas, en donde las parcelas que recibieron la aplicación de la mezcla herbicida reportaron los promedios más altos, comprendidos entre los 95 y 105 cm; con una diferencia de alrededor de 20 cm respecto del testigo absoluto (T6), en el cual no se realizó aplicación de los productos.

Esta situación fue parecida al efecto sobre el número de macollos por planta, en la

cual también se evidenciaron diferencias estadísticas, obteniéndose un valor de 26.0 como promedio más alto, correspondiente a la mezcla herbicida junto con la aplicación de 200 g/ha de zinc (T5).

En la tabla 5 se describen los promedios registrados para el número de panículas por planta, granos por panícula y la presencia de granos vanos (%), como respuesta a los tratamientos evaluados.

Tabla 5. Promedios de variables relacionadas al cultivo.

N°	Tratamientos	Número de panículas por planta	Granos por panícula	Granos vanos (%)
1	Mezcla herbicida	19.3 c	156.5 c	5.4 a
2	Mezcla herbicida + Zinc (0.5 L/ha)	19.8 c	169.8 bc	5.3 a
3	Mezcla herbicida + Zinc (1.0 L/ha)	21.0 bc	181.3 ab	5.7 a
4	Mezcla herbicida + Zinc (1.5 L/ha)	22.0 ab	186.3 ab	5.7 a
5	Mezcla herbicida + Zinc (2.0 L/ha)	23.0 a	195.8 a	5.2 a
6	Testigo absoluto	10.5 d	42.5 d	4.6 a
CV (%)		4.5	5.5	10.3

Letras iguales no difieren significativamente ($P < 0.05$)

Fuente: autores

Tanto en la cantidad de panículas por planta como en los granos por panícula, según se observa en la tabla 5, los tratamientos respondieron con efectos estadísticamente diferentes; estableciéndose el promedio de mayor importancia con la aplicación de la mezcla herbicida más los 200 g/ha de zinc (T5), en las dos variables, logrando obtener 23 panículas por planta y 196 granos por panícula. Promedios que distan de manera significativa del testigo (T6), el cual en el primer caso apenas logra un promedio

de 11 y en el segundo su promedio fue de 43. Respecto de la presencia de granos vanos, los tratamientos reportan promedios entre un 4.6 a un 5.7 %, los mismos que de acuerdo al análisis de varianza, son efectos estadísticamente iguales.

Los promedios del peso de 1000 granos y del rendimiento, por cada uno de los tratamientos y con una humedad del 14%, se detallan en la tabla 6.

Tabla 6. Promedios del peso de 1000 granos y del rendimiento del cultivo.

N°	Tratamientos	Peso de 1000 granos (g)	Rendimiento (Kg/ha)
1	Mezcla herbicida	29.5 bc	4034.0 b
2	Mezcla herbicida + Zinc (0.5 L/ha)	29.4 c	4135.5 b
3	Mezcla herbicida + Zinc (1.0 L/ha)	30.2 ab	4091.5 b
4	Mezcla herbicida + Zinc (1.5 L/ha)	30.5 a	4215.5 b
5	Mezcla herbicida + Zinc (2.0 L/ha)	30.6 a	4779.3 a
6	Testigo absoluto	30.6 a	2585.0 c
CV (%)		0.9	4.1

Letras iguales no difieren significativamente ($P < 0.05$)

Fuente: autores

Aun cuando se pudo detectar diferencias estadísticas entre los tratamientos respecto del peso de 1000 granos, según lo que se indica en la tabla 6, se puede notar una respuesta muy parecida, ya la variabilidad reportada entre el promedio más alto y el más bajo, apenas llega a 1.2 g. Este no fue el caso para el rendimiento, en donde se verificaron promedios estadísticamente importantes;

destacándose la mezcla herbicida aplicada con los 200 g/ha de zinc (T5), con un promedio de 4779.3 kg/ha; siendo prácticamente el doble de lo obtenido con el testigo (T6). Asimismo, es notoria la diferencia del tratamiento T5 respecto de los demás tratamientos que incluían la mezcla herbicida, sin elemento zinc y con dosis relativamente más bajas de éste.

DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos en cuanto al control general de las malezas por parte de la mezcla herbicida utilizada, el uso de dosis relativamente bajas de zinc (menores a 50 g/ha), no inciden sobre el potencial control que pueden realizar los herbicidas; sin embargo, cuando la dosis de este elemento se incrementa de 50 a 200 g/ha (tabla 3), el efecto de los mismos se ve reducido prácticamente en un 10%. Escenario que podría estar relacionado a la acción del zinc en la producción de al menos 80 enzimas, cuyas reacciones son la principal causa de pérdida de eficacia del herbicida e influyen positivamente en las condiciones estresantes (Bonilla, 2008).

Si bien la mezcla de los herbicidas no mostraron diferencias significativas con respecto a la no utilización del zinc, en cuanto

a la toxicidad visual en días posteriores a la aplicación y en la altura de las plantas, este escenario fue diferente para el número de macollos y de panículas por planta, además de los granos por panícula; en donde se logró apreciar diferencias respecto de la no aplicación del elemento mencionado (tablas 4 y 5).

En este caso puede notarse cierto efecto positivo del zinc, produciendo algunas enzimas, que hicieron que el cultivo no se afecte (Stoller, s.f.), lo cual se respalda con los resultados encontrados en cuanto al rendimiento y demás variables evaluadas, que fueron diferentes estadísticamente al tratamiento en donde se aplicó únicamente la mezcla herbicida; situación que contrasta con lo indicado por Acosta (2015) y

Alvarado (2012), quienes después de utilizar herbicidas co-formulados a base propanil y pyrazosulfurom ethyl, manifiestan que estos agroquímicos no producen efectos fitotóxicos.

Si bien la deficiencia de zinc deprime el trabajo que realizan determinadas enzimas que se relacionan a la producción de carbohidratos en la fotosíntesis, éstos no son fundamentalmente influyentes en el retraso del crecimiento de un cultivo (Kirkby y Römhel, 2008); de allí, que la evidencia de obtener plantas de arroz con una mayor altura al aplicarse la mezcla de propanil con pyrazosulfuron, junto con el zinc, se asuma como un efecto de protección de este nutriente por el potencial efecto fitotóxico de los herbicidas.

Otra evidencia de la protección que realiza el zinc, aplicado al momento de rociar herbicidas, puede notarse en el trabajo realizado por Alvarado (2012); en donde el propanil y el pyrazosulfuron reportaron los promedios más bajos de macollamiento y de granos por panícula, mientras que en las parcelas en donde se aplicó cihalofop butil, otro herbicida selectivo de arroz, estos promedios fueron significativamente superiores; situación que hace presumir el efecto positivo del zinc, al notar las diferencias encontradas en el presente estudio, respecto de estas dos variables.

Aunque la presencia de granos vanos fue menor al 11% indicado por el INIAP (s.f.) en

el boletín informativo de esta variedad, ésta no estuvo influida por la aplicación del zinc, lo que a su vez concuerda con los resultados reportados por Parra (2013), quien no detectó diferencias significativas en el vaneamiento entre el testigo y los tratamientos en donde se utilizó sulfato de zinc.

En cuanto a la producción de granos, la aplicación complementaria de zinc, junto con la mezcla herbicida, permitieron mejorar tanto el peso de 1000 granos como el rendimiento. Bajo este argumento, puede decirse que la aplicación de zinc incide positivamente en contra del efecto negativo de la toxicidad que pueden causar los herbicidas (Díaz, et al., 2006; Kogan y Pérez, 2003); efecto no puede evidenciarse a través de valoraciones visuales y subjetivas que se realizan a los pocos días de aplicación de estos agroquímicos, en donde por lo general, no presentan efectos fitotóxicos (Alvarado, 2012).

El zinc está relacionado con el proceso de formación del ácido indolacético o también identificado como auxina, una hormona que puede regenerar células de plantas afectadas (Acosta, et al., 2008); efecto que podría relacionarse a la obtención de un mayor rendimiento en el cultivo de arroz, cuando se aplica este elemento con el propósito de desintoxicar al cultivo debido al efecto de la mezcla herbicida del propanil con pyrazosulfuron ethyl.

CONCLUSIONES

destacándose la mezcla herbicida aplicada con La aplicación del zinc en forma de quelato, aplicado en mezcla con herbicidas como el propanil y el pyrazosulfuron ethyl en el cultivo de arroz, en cierta forma evita la condición estresante que puede crearse al aplicar

estos tipos de agroquímicos; que fueron evidenciados subjetivamente por el aspecto fitotóxico, siendo posteriormente constatados a través del número de macollos y de panículas por planta, así como en el número de granos por panícula y del rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta M. (2015). Evaluación de herbicidas coformulados a base de propanil aplicados al cultivo de arroz bajo riego en la zona de Babahoyo – Ecuador (Tesis de grado para optar por el título de ingeniero agrónomo). Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos – Ecuador.
- Acosta M., Sánchez J. y Bañón M. (2008). Auxinas. En J. Azcón y M. Talón (Eds.), Fundamentos de Fisiología Vegetal (2da. ed.). Madrid: McGraw – Hill Interamericana.
- Alvarado F., (2012). Efecto de la interacción de herbicidas más coadyuvantes aplicados sobre las malezas del cultivo de arroz (Tesis de grado para optar por el título de ingeniero agrónomo). Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos – Ecuador.
- Alvarado J. (19 de septiembre del 2013). Un promedio de 117 libras de arroz al año consume cada ecuatoriano. Diario El Universo. Recuperado de <http://www.eluniverso.com>
- Anzalone A. y Silva A. (2010). Evaluación de herbicidas sulfonilureas para el control de malezas en cafetales. Bioagro, 22(2). Recuperado de http://www.scielo.org/ve/scielo.php?pid=S1316-33612010000200002&script=sci_arttext#cu1
- Bonilla I. (2008). Introducción a la nutrición mineral. Los elementos minerales. En J. Azcón y M. Talón (Eds.), Fundamentos de Fisiología Vegetal (2da. ed.). Madrid: McGraw – Hill Interamericana.
- Díaz G., Polón R. y Jaime A. (2006). Prácticas agroecológicas para disminuir las afectaciones del arroz rojo. Rotación con girasol (*Heliantus annuus* L.) y laboreo del suelo. Cultivos tropicales, 27 (1), 71 – 74.
- Doll J. (1982). Los herbicidas: modos de actuar y síntomas de toxicidad. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Esqueda V. y Rosales E. (2004). Evaluación de Bispiribac-sodio en el control de Malezas en arroz de temporal. Agronomía Mesoamericana, 15 (1), 9–15. Recuperado de <http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/issue/view/1238>
- Esqueda V. y Tosquy O. (2009). Alternativas al Propanil para controlar Echinocloa colona (L.) Link en arroz de temporal. Agronomía Mesoamericana, 20 (1), 111 - 119. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v20n01_111.pdf.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (s.f.). Variedad de arroz INIAP 14 (Boletín divulgativo). Recuperado de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Fenarroz.%20Nueva%20variedad%20de%20arroz%20INIAP%2014%20Filipino..pdf>
- Kirkby E. y Römhel V. (2008). Micronutrientes en la fisiología de las plantas: funciones, absorción y movilidad. Informaciones agronómicas, (68), 1 – 6. Recuperado de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/3FA84D0333FEDEAA852579A0006BF733/\\$FILE/Micronutrientes%20en%20la%20Fisiolog%C3%ADa%20de%20las%20Plantas.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/3FA84D0333FEDEAA852579A0006BF733/$FILE/Micronutrientes%20en%20la%20Fisiolog%C3%ADa%20de%20las%20Plantas.pdf)

- Kogan M. y Pérez J. (2003). *Herbicidas: Fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción*. Chile: Universidad Católica de Chile.
- Labrada R, Caseley J. y Parker C. (1996). *Manejo de malezas para países en desarrollo*. Roma, Italia: Estudio FAO Producción y Protección Vegetal – 120. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s00.HTM>
- Parra J. (2013). *Estudio comparativo de dos fuentes de zinc aplicadas en seis dosis, sobre el suelo y al follaje en la variedad de arroz INIAP 15* (Tesis de grado para optar por el título de ingeniero agrónomo). Universidad Estatal de Guayaquil, Guayaquil - Ecuador.
- Peñaherrera L. (2007). *Manejo integrado de malezas en el cultivo de arroz. Manual del cultivo de arroz, N° 66* (2da. ed.). Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP): Ecuador.
- Stoller (s.f.). *Información técnica de Stoller Zinc*. Guatemala: Stoller Enterprises Inc. Recuperado de http://www.stoller.com.gt/wp-content/uploads/2013/05/stoller_zinc__0025__v33.pdf