

## Utilización del silicio como promotor de crecimiento del pasto King Grass texas-25 para la generación de bioenergía



### Use of silicon as growth promoter of grass texas-25 King Grass for bioenergy generation

Mejía Castillo, Harin Joel; López Guifarro, Francisco Eleazar; Editor Académico Prof. Ph.D Carlos Alberto Zúniga-González

Harin Joel Mejía Castillo

harinjoel@post.unanleon.edu.ni

Universidad Nacional de Agricultura, Honduras

Francisco Eleazar López Guifarro

harinjoel@post.unanleon.edu.ni

Universidad Nacional de Agricultura, Honduras

Editor Académico Prof. Ph.D Carlos Alberto Zúniga-González

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,  
León. Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias.  
Departamento de Agroecología., Nicaragua

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua

ISSN-e: 2410-7980

Periodicidad: Semestral

vol. 5, núm. 9, 2019

czuniga@ev.unanleon.edu.ni

Recepción: 11 Mayo 2019

Aprobación: 25 Junio 2019

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/394/3941756005/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v5i9.7950>

Autor de correspondencia: harinjoel@post.unanleon.edu.ni

**Resumen:** Se evaluó la aplicación de diferentes dosis de fertilización a base de silicio (Quick sol) en el cultivo de King Grass (*Pennisetum purpureum*). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro de planta, número de plantas por metro, biomasa, y materia seca, la aplicación de Quick sol fuente de silicio se realizó en cuatro niveles: T1: 0.75 L de Quick sol/ha, T2: 1.0 L de Quick sol/ha, T3: 1.25 L de Quick sol/ha, T4: 1.5 L de Quick sol/ha y T5: testigo. El T4 con dosis alta de silicio presentó mayor comportamiento en cuanto a las variables de altura de planta (2.71m), número de plantas por metro (28.89 p/m), y biomasa (76.70 ton/ha), el mayor porcentaje de humedad se registró en el tratamiento testigo (83.15%). La tendencia en todas las variables de respuesta se mantuvo en forma descendente a mayor aplicación de Silicio mayor producción de materia seca y mejor comportamiento de las variables dependientes.

**Palabras clave:** *Pennisetum purpureum*, Suelo, Energía renovable.

**Abstract:** The application of different doses of silicon fertilization (Quick sol) was evaluated in the King Grass (*Pennisetum purpureum*) culture. A random complete block design was used with 5 treatments and 4 repetitions. The variables evaluated were: plant height, plant diameter, number of plants per metre, biomass, and dry matter, the application of Quick sun silicon source was carried out in four levels: T1: 0.75 L of Quick sol/ha, T2: 1.0 L of Quick sol/ha, T3: 1.25 L of Quick sol/ha, T4: 1.5 L of Quick sol/ha and T5: control. T4 with high doses of silicon showed higher performance in plant height variables (2.71m), number of plants per meter (28.89 p/m), and biomass (76.70 ton/ha), the highest percentage of humidity was recorded in the control treatment (83.15%). The trend in all response variables was kept downwards to greater application of Silicon increased production of dry matter and better behavior of dependent variables.

**Keywords:** *Pennisetum purpureum*, soil, renewable Energy.

## INTRODUCCIÓN

La producción de energía mundial a base de petróleo y otros combustibles fósiles es la causa del 65% de las emisiones de gases de efecto invernadero. A raíz del aumento de la dependencia de estos combustibles, los países en desarrollo son ahora más vulnerables que nunca al cambio climático. Estos problemas exigen una respuesta integral y ambiciosa. Una de las alternativas es el uso de energías renovables debido a su capacidad de reducir gases de efecto invernadero (GEI) y la contaminación, para aprovechar fuentes de energía locales y descentralizadas, como los recursos eólicos, solares, hidroeléctricos, mareomotrices geotérmicos y de biomasa (OCDE/IEA, 2009).

La utilización de cultivos energéticos como el pasto King Grass representa una alternativa para la creación de energía renovable por su alta producción de biomasa; este cultivo no crea competencia con los alimentos de consumo humano ya que permiten hacer uso de terrenos no aprovechados; por el auge que ha alcanzado en generación de energía se han realizado diferentes investigaciones con el propósito de aumentar el porcentaje de biomasa en ton/ha con diferentes programas de fertilización (Barrantes, J; Alfaro, R; Ocampo, R. (2012), Cortes, D. (2008), EcuRed. (2017). Escobar, M y Ronquillo, R. (2012), Yolly-bell Espinoza (2008) .

## MATERIALES Y MÉTODO

**Localización:** La investigación se realizó en Finca “La Bueso” de Honduran Green Power Corporation (HGPC) ubicada en la aldea La Bueso Choloma Cortes a 20 km, con latitud de 15°37'60" N longitud de 88°0'0" W en altura de 156 msnm.

**Factor bajo estudio:** Se evaluó el comportamiento agronómico del pasto *Pennisetum purpureum* cv. King grass en respuesta a la aplicación de silicio con un plan de fertilización estandarizado (INTAGRI, (2007), Cardona, M; Ríos, A y Peña, D. (2012), Palacios, E. (2014), Ramos . O (2013), Paz, M. (2012), Roncallo, F. (2012).

**Diseño experimental:** Se evaluarán cuatro tratamientos, utilizando un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro repeticiones, para un total de 16 unidades experimentales; cada tratamiento consistió en dosis de silicio (Quick sol) de 0.75, 1.0, 1.25, 1.5 L/ha y como testigo la dosis de 0 L/ha (Fertilizante de Centroamérica. (2002), FAO, (2006), Herrera, A. (2011), Furcal, B. (2012).. .

## Modelo estadístico:

$#### = \# + \## + \#\# + \### \dots i=1; j=1$  en dónde:

$####$  = Variable de respuesta observable.

$\#$  = Media general de las variables.

$\##$  = Efecto del i-esimo nivel de silicio.

$\#\#$  = Efecto del j-esimo bloque.

$\###$  = Error experimental.

---

## NOTAS DE AUTOR

harinjoel@post.unanleon.edu.ni

*Variables evaluadas:*

a) Altura de la planta: se calculó con una cinta métrica después de 15 días de la fertilización foliar (45 días del ciclo del cultivo), se tomó desde la base del tallo hasta el 75% de la hoja.

b) Diámetro de tallo: se midió después de 15 días de la fertilización foliar (45 días del ciclo del cultivo) con el uso de un pie de rey graduado en cm, colocado al centro de la caña del pasto.

c) Número de plantas por metro lineal: se inició con el muestreo al día 45 del ciclo del cultivo, luego con una frecuencia de 15 días. se contabilizó todos los rebrotes que se encontraron dentro de la longitud de 5 m de cada muestra y se promedió por metro lineal.

d) Rendimiento de biomasa fresca (kg/ha): se pesó el material producido en un m lineal del pasto de cada tratamiento, cortando a 10 cm del suelo.

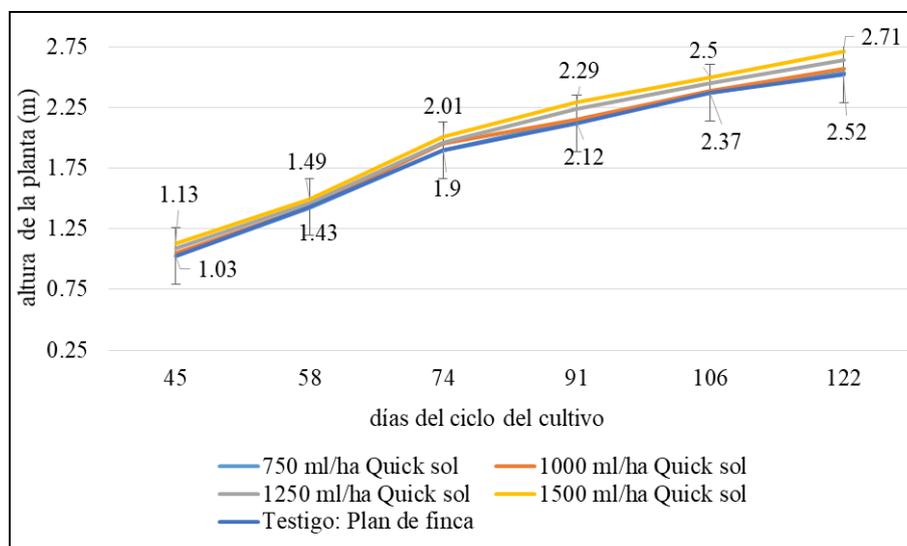
e) Rendimiento de materia seca (%): se determinó utilizando lectores de humedad en pasto. Se aplicó la fórmula:  $MS\% = 100\% - \%$  de humedad.

f) Relación costo-beneficio: se determinó el costo en base del precio del producto Quick Sol y el ingreso de la producción de biomasa en ton/ha del pasto King Grass.

$$RCB = (\text{ingresos} - \text{egresos}) / \text{egresos}$$

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Altura de la planta: se encontró diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) significativa en todos los muestreos del ciclo del cultivo; al día 122 del ciclo, el tratamiento cuatro alcanzó la mayor media con 2.71m de altura y el tratamiento cinco (testigo) los rendimientos menores con 2.52m (figura 1).



**FIGURA 1.**  
Cinética de crecimiento del pasto king grass utilizando silicio

Reyes (2017) con la empresa HGPC en Choloma Honduras, determinó el crecimiento del pasto King Grass con un promedio de 3-4 cm por día, en esta investigación se logró un crecimiento máximo de 2.22 cm por día y un mínimo de 1.06 cm al día. Estos datos son similares a los obtenidos por Gonzales (2016), aplicando diferentes fórmulas de abonamiento de N-P-K al pasto King Grass, donde obtuvo resultados con una altura máxima de 2.19 m en dosis altas de N264-P31-K249, una altura con menor rendimiento en su tratamiento testigo con 1.92 m.

Diámetro de tallo: se encontró diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) significativa entre los tratamientos en todos los muestreos, donde al día 122, el tratamiento cuatro alcanzó mayor rendimiento con 1.58 cm de diámetro de tallo y un menor rendimiento por parte del tratamiento cinco (testigo) con un diámetro de 1.50 cm. El pasto king grass pasa por un proceso de lignificación a ello se relaciona a la pérdida de agua que sufre la planta después del desarrollo de la misma, en la investigación el cultivo decreció su diámetro, entre los días 91 al 106 del ciclo del cultivo (figura 2).

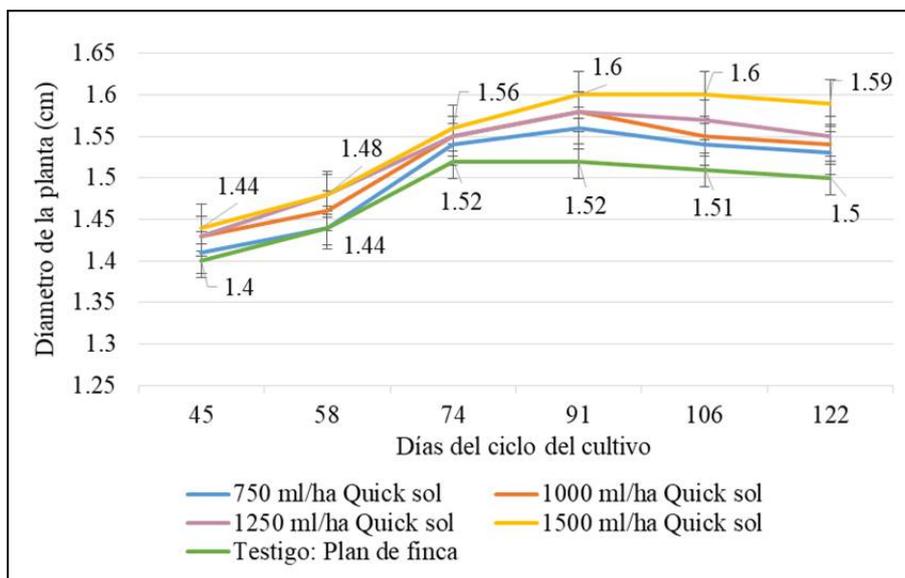


FIGURA 2. Comportamiento del diámetro de tallo del pasto king grass utilizando silicio

Arias (2012), reporta el diámetro de tallo en el pasto King Grass con el mayor valor de 1.35 cm, y el menor valor de 1.21 cm, los cuales son por debajo a los encontrados al aplicar silicio para el crecimiento del pasto.

Número de plantas por metro lineal: el primer muestreo para esta variable se realizó el día 45 después del corte del cultivo, en donde se mostró diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) significativa, así mismo al final de los muestreos (día 122), donde el tratamiento 4 (1.5 L/ha de Quick sol) logró mantener el mayor número de plantas vivas con una media de 29.87 una diferencia de 4.45 plantas/m con respecto al testigo que presentó una media de número de plantas de 25.42 individuos/m (figura 3).

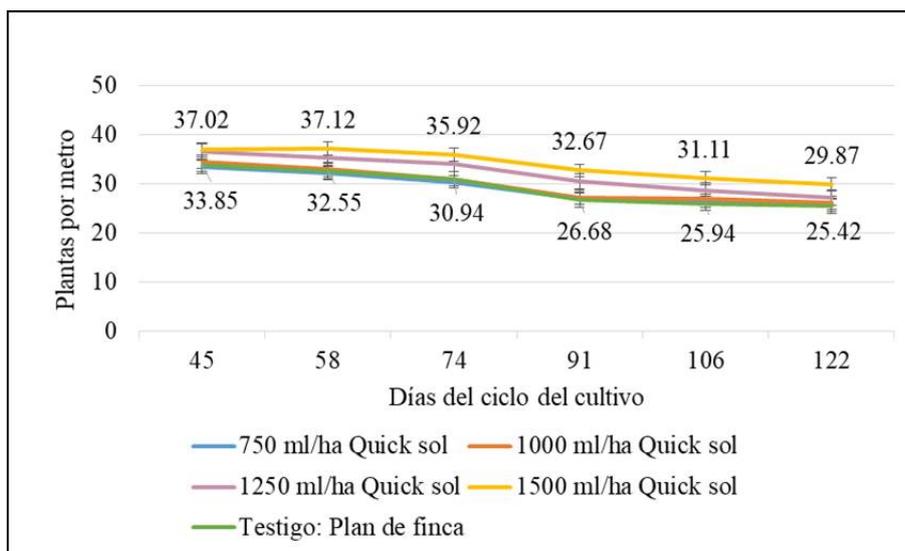


FIGURA 3  
Número de plantas por metro lineal en el pasto King Grass utilizando silicio.

Uno de los mayores problemas en la producción de biomasa que afectan el rendimiento por área es la pérdida de individuos por metro en el transcurso del ciclo del cultivo, ya sea por competencia natural entre ellos o por otros factores agronómicos. Aquí juega un papel importante el silicio al almacenarse en las paredes celulares de la planta impidiendo la transpiración o pérdida de agua, ocasionando mayor sobrevivencia de plantas en el cultivo del pasto.

Rendimiento de biomasa fresca (kg/ha): A los 122 días se realizó la toma de datos de esta variable, donde se encontró diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) significativa. El tratamiento cuatro con dosis 1500 ml/ha de Quick sol mostró el mayor rendimiento con una producción de 76.60 ton/ha mientras el tratamiento testigo presento el menor rendimiento con 66.66 ton/ha (figura 4).

Según muestreos que se realizó en las diferentes fincas de la empresa de energía renovable (HGPC) se determinó que del 100% del peso final de biomasa, el 70% representa el peso de tallo y el otro 30% representa el peso de hojas.

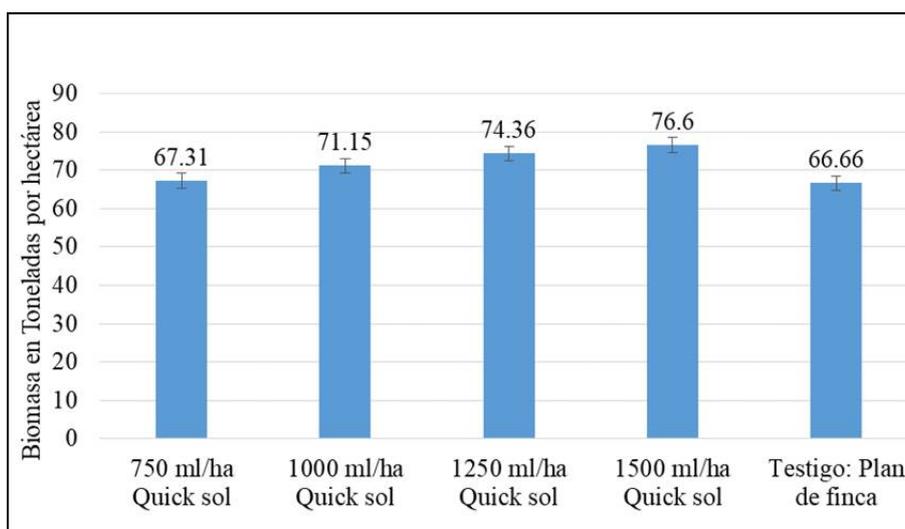


FIGURA 4.  
Rendimiento en producción de biomasa del pasto King Grass utilizando silicio.

Tinoco (2017), para esta variable de producción de biomasa del pasto King Grass encontró 78 ton/ha, sobrepasando los resultados de esta investigación. Sin embargo, Rengsirikul et al. (2011), en su estudio documentó rendimientos de hasta 61 ton/ha, los cuales son menores al rendimiento alcanzando aplicando silicio vía foliar.

Rendimiento de materia seca (%): se realizó en el día 122 del ciclo, donde los tratamientos mostraron diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) significativa. El tratamiento 4 con dosis alta (1500 ml/ha de Quick sol) logró un porcentaje mayor de materia seca con una producción de 19.31 ton/ha, seguido por el tratamiento 3 con un rendimiento de 18.61 ton/ha siendo similares estadísticamente según las pruebas de media de tukey al 5% de significancia; el tratamiento testigo presento los menores rendimientos con 17.01 ton/ha de materia seca. En términos porcentuales los tratamientos tres y cuatro alcanzaron un 25.21% y 25.03% de materia seca respectivamente (figura 5).

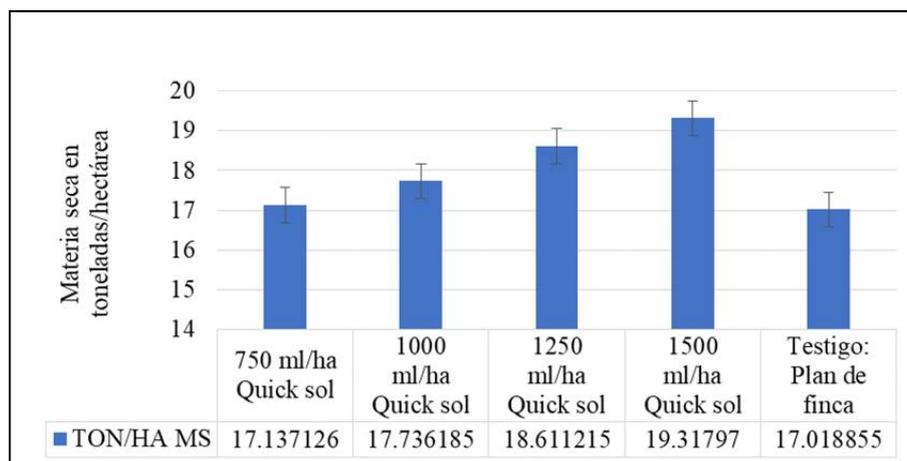


FIGURA 5.

Rendimiento en producción de materia seca del pasto King Grass utilizando silicio.

Estos resultados de materia muestran que la edad del pasto y el porcentaje de materia seca son procesos directamente proporcionales; a mayor edad del pasto mayor contenido de materia seca. Sin embargo, en términos de calidad nutricional ocurre lo contrario, según Chacón y Vargas (2009) la calidad nutricional del King Grass varía de forma inversa a la edad de cosecha.

Relación costo-beneficio: la aplicación de silicio en el pasto King Grass resultó económicamente viable al utilizar dosis superiores a 1.0 L/ha del producto Quick sol. El tratamiento cuatro logró una RC-B de 1.56 U \$D, siendo la más alta; el tratamiento testigo superó la dosis de 0.75 L/ha de Quick sol. Al utilizar la dosis más alta de silicio se obtiene una mayor ganancia en comparación al tratamiento testigo, superándolo en 415.62 U\$D. Se pueden obtener tres ciclos productivos del pasto al año, por lo cual se logra obtener una ganancia de 1,246.86 U\$D anuales al utilizar la aplicación de silicio vía foliar (tabla 1).

TABLA 1.

Relación costo-beneficio de la aplicación de silicio en el pasto king grass.

Silicio Quick sol	Rendimiento ton/ha	Precio de venta U\$D	Ingresos	Egresos	Utilidad/ciclo	Utilidad/año	R C-B
0.75 L/ha	67.31	50.00	3,365.50	1470.67	1,894.83	5,684.49	1.29
1.00 L/ha	71.15	50.00	3,557.50	1479.29	2,078.21	6,234.63	1.40
1.25 L/ha	74.36	50.00	3,715.00	1487.96	2,227.04	6,681.12	1.50
1.50 L/ha	76.66	50.00	3,833.00	1496.60	2,336.40	7,009.20	1.56
0.00 L/ha	66.66	50.00	3,333.00	1412.22	1,920.78	5,762.34	1.36

Elaboración propia

## CONCLUSIONES

El pasto con aplicación de silicio presentó menor porcentaje de humedad al momento de cosecharlos; el tratamiento cuatro con dosis de 1500 ml/ha de Quick resultó con mayor porcentaje de materia seca con una producción de 19.31 ton/ha una diferencia de 2.3 ton/ha con respecto al testigo que alcanzó una producción de materia seca de 17.01 Ton/ha.

La mayor eficiencia que presentaron las diferentes variables de respuesta en los tratamientos aplicados con Quick sol comparado al testigo fue en el tiempo prolongado sin lluvias entre los días 74 y 91 del ciclo del cultivo (Velásquez, R. (2018), SEPHU, (2009), Grupo Pelón. (2014) .

El cultivo de King Grass fertilizado (foliar) con 1.5 L/ha de Quick sol presentó una utilidad por ciclo de 2,336.40 U\$D, el tratamiento con 0.75 L/ha de Quick sol presentó una utilidad negativa con respecto al tratamiento testigo con una pérdida de 25.95 U\$D por ciclo/ha.

## UTILIZACIÓN DEL SILICIO COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO DEL PASTO KING GRASS TEXAS-25 PARA LA GENERACIÓN DE BIOENERGÍA

Arias, H. 2012. Efecto del silicio en la fertilidad del suelo, en la incidencia de enfermedades y el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) var CR 4477.

Barrantes, J; Alfaro, R; Ocampo, R. 2012. Evaluación de fuentes de silicio en caña de azúcar en combinación con materia orgánica en un suelo ultisol. San José, Costa Rica.

Chacón, P y Vargas C. 2009. Digestibilidad y Calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King Grass a tres edades de rebrote. 4cw

Cortes, D. 2008. Pasto de corte King Grass morado (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum Thypoides*) la esperanza forrajera de La Colonia Agrícola de Acacias Selección del área para el establecimiento de pastos. (en línea). Disponible en; <http://es.slideshare.net/dayroenriquecortesmartinez/pasto-king-grassmorado>

EcuRed. 2017. King grass. EcuRed conocimiento con todos y para todos. 171. (en línea). Disponible en [https://www.ecured.cu/King\\_grass\\_CT115](https://www.ecured.cu/King_grass_CT115).

Escobar, M y Ronquillo, R. 2012. Respuesta a la fertilización orgánica con el uso de Biol y potásica inorgánica en King grass (*Pennisetum purpureum*) para estimación energética de potencial productivo de biogás, Zamorano, Honduras.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma Italia). 2006. Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA) en Gramíneas de Corte. Roma, Italia.

Fertilizante de Centroamérica. (2002). Informes Técnicos. El Silicio en la Agricultura. (en línea). Disponible en: (Error 1: El enlace externo debe ser una URL)(2002-2004) (Error 2: La URL [webmaster@fertica.com.pa](mailto:webmaster@fertica.com.pa). no esta bien escrita)

Furcal, B. 2012. Efecto del silicio en la fertilidad del suelo, en la incidencia de enfermedades y el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) var CR 4477.

Gonzales, T. 2016. Rendimiento del pasto King Grass con cuatro fórmulas de abonamiento en Tingo María -Huánuco (en línea). Disponible en <file:///C:/Users/dell/Downloads/ZTC2016008.pdf>.

Grupo Pelón. 2014. Aprovechamiento de biomasa en Costa Rica (en línea). Disponible en: [http://cicr.com/files/documentGallery/files/209\\_bcogeneracion\\_industrial\\_de\\_mediana\\_escala\\_juan\\_araya\\_arias\\_elpelon\\_de\\_la\\_bajura.pdf](http://cicr.com/files/documentGallery/files/209_bcogeneracion_industrial_de_mediana_escala_juan_araya_arias_elpelon_de_la_bajura.pdf).

Herrera, A. 2011. Efecto del silicio en la fertilidad del suelo, en la incidencia de enfermedades y el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) var CR 4477.

- INTAGRI (Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura). 2016. Silicio para la Nutrición y Protección Vegetal(en línea). Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/silicio-para-la-nutricion-yproteccion-vegetal>.
- Cardona, M; Ríos, A y Peña, D. 2012. Disponibilidad de Variedades de Pastos y Forrajes como Potenciales Materiales Lignocelulósicos para la Producción de Bioetanol en Colombia. Scielo. 23(6).
- OCDE/IEA (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos/Asociación Internacional de economía). 2009. La inversión en proyectos de energía renovable (la experiencia del fmam).
- Palacios, E. 2014. Pastos y forrajes tropicales introducidos y experimentados en el alto. (en línea). Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderiacarne/articulos/pastos-forrajes-tropicales-introducidos-t30925.htm>.
- Paz, M. 2012. Digestibilidad aparente, energía digestible y metabolizable del pasto alemán (*Echinochloa polystachya*), King Grass y Maralfalfa(*Pennisetum* sp) en cuyes (*Cavia porcellus*) en el trópico. Tingo-María, Perú.
- Ramos, O. 2013. Producción de tres variedades de *Pennisetum purpureum* fertilizadas con dos diferentes fuentes nitrogenadas en Yucatán, México. Consultado Disponible en <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/03-02/biociencias3-2-6.pdf>
- Reyes, S. 2017. Fertilización del cultivo de king grass texas-25 (*Pennisetum sp.*) Utilizado como biomasa para la generación de energía renovable en Choloma, Cortes, Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas Olancho Honduras C. A.
- Roncallo, F. 2012. Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad en el Caribe seco. (en línea). Disponible en <file:///C:/Users/dell/Downloads/DialnetRendimientoDeForrajeDeGramineasDeCorteYEfectoSobre-5624702.pdf>.
- SEPHU (Sociedad Española de productos Húmicos). 2009. El Silicio (Si) como elemento fertilizante y protector de enfermedades y plagas.
- Tinoco, S. 2017. Evaluación de la influencia de la fertilización potásica en el poder calorífico del King Grass (*Pennisetum purpureum*). Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6193/1/IAD-2017044.pdf>.
- Velásquez, R. 2018. Evaluación productiva del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grasscon diferentes niveles de fertilización en Choloma, Cortés. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas Olancho Honduras.
- Yolly-bell Espinoza (2008). Determinación de las principales malezas en pastoreo y su relación con las prácticas de manejo realizadas en las ganaderías bovinas de la provincia de ríos. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream>.