

**Cuantificación de Clorofila en el cultivo de Ajo (*Allium sativum* L.) en seis niveles de materia orgánica.**

Miguel Ángel Miranda C.1, G. S. Hernández Aquino1, E. Alvarado-Bárcenas2, J.G. Ramirez-Pimentel2., G.Garcia-Rodriguez2. migue\_16\_90@hotmail.com

Instituto Tecnológico de Roque ext. Apaseo el Alto.

**Resumen**

En las últimas décadas, se han presentado cambios importantes en la producción y el consumo de alimentos en todo el mundo. Esta tendencia se vincula principalmente con una fuerte preocupación por salud. Existen nuevas exigencias en los gustos de los consumidores y una mayor conciencia de la importancia de la protección al medio ambiente. El crecimiento de la población humana implica cada vez mayor degradación de los ecosistemas por el mal uso de los fertilizantes inorgánicos y contaminación de manera irracional. Hoy en día el aprovechamiento de los desechos orgánicos representa una alternativa tecnológica, ecológica y económica para la obtención de composteo, el cual puede ser utilizado como fertilizante orgánico y mejorador de suelos. El objetivo del presente trabajo fue comparar las características fisiológicas y agronómicas en cuatro etapas y dos tamaños de bulbo mediante la incorporación de materia orgánica. Como resultado para el índice de clorofila la lectura mayor fue cuando el cultivo tenía 120 días, fisiológicamente la planta se encuentra en proceso de reservas de nutrientes, se obtuvo 61.8 unidades Spad con la incorporación de 20% de materia orgánica en el cual muestra mayor eficacia en la reserva de nutrientes para la diferenciación celular y formación de dientes, etapa en la que se requiere mayor proceso fotosintético y mayores reservas de nutrientes para la formación del bulbo. En las demás lecturas no mostro actividad fotosintética debido a que en estas etapas la planta solo concentra actividad en la acumulación de las reservas nutrimentales del bulbo y no en la parte vegetativa.

**Introducción**

En el estado de Guanajuato el ajo se considera uno de los cultivos hortícolas más importante ya que genera una gran fuente de empleos (120 mil jornales al año) por las 387 hectáreas y por lo que esto genera una gran fuente de empleos en las diversas actividades inherentes de la producción como son desgrane, selección, siembra, deshierbes, cosecha y manejo pos cosecha como deshidratación. Así como por sus divisas superiores generadas por sus exportaciones de 12,661 toneladas a Estados Unidos y a Europa y algunas regiones del caribe y Sudamérica.El crecimiento de la población humana implica cada vez mayor degradación de los ecosistemas por el mal uso de los fertilizantes inorgánicos y contaminación de manera irracional. En este sentido, la agricultura orgánica se basa en los sistemas de producción integrales que utilizan insumos naturales, composta, abonos verdes, cultivos trampa, los extractos vegetales y el control biológico, genera un producto libre de residuos tóxicos. Los residuos orgánicos se consideran como complejos heterogéneos con base de carbón simples, compuestos nitrogenados, lípidos, ácidos orgánicos (cítrico, fumárico, málico, malónico y succínico), polímeros y compuestos fenólicos (ligninas y taninos) y elementos minerales. Los fertilizantes orgánicos ejercen un efecto multilateral sobre las propiedades agronómicas de los suelos e incrementan los rendimientos de las cosechas (Romera y Guerrero, 2000). La región del Bajío de Guanajuato reúne condiciones climáticas que propician un buen rendimiento y calidad del cultivo de ajo; mediante la creación de una cultura orgánica.

El ajo (*Allium sativum L.)* es una planta monocotiledónea de la familia de las *Amaralidaceae,* que se cultiva en México y otros países por sus propiedades medicinales así como por sus acciones bactericida, antiviral, anti fúngica y propiedades alimenticias. Se le considera una de las 20 principales hortalizas a nivel mundial.

**REVISION DE LITERATURA**

Según Hannet (1990), la posición de la taxonomía aún está en controversia. En clasificaciones iniciales fue ubicado en la familia de las Liliaceae, y hace aproximadamente 50 años fue incluido en la familia de las Amaryllidaceae, en base a la estructura de su inflorescencia. En la clasificación taxonómica más reciente de las monocotiledóneas hecha por Hannelt (1990), el género *Allium* y sus parientes cercanos fueron incluidos en la familia Alliaceae (cercana a la Amaryllidaceae); sin embargo, gracias a datos moleculares se ha optado por la siguiente clasificación taxonómica para el ajo (Takhtajan, 1997; citado por Rabinowitch y Currah, 2002):

Clase: Liliopsida

Superorden: Liliidae

Orden: Amaryllidales

Familia: Alliaceae

Tribu: Allieae

Género: Allium

Especie: A. sativum

Según Mustin (1987), la materia orgánica representa del 95 al 99% del total del peso seco de los seres vivos, pero su presencia en los suelos suele ser escasa y son contadas las excepciones en las que supera el 2%. Para Gros y Domínguez (1992), el nivel deseable de materia orgánica en los suelos arcillosos medios es del 2%, puede descender a 1.65% en suelos pesados y llegar a un 2.5% en los arenosos. La materia orgánica del suelo contiene cerca del 5% de N total, pero también contiene otros elementos esenciales para las plantas, tales como fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes. Durante la evolución de la materia orgánica en el suelo se distinguen dos fases: la humidificación y la mineralización (Gros y Domínguez, 1992). La humidificación es una fase bastante rápida, durante la cual los microorganismos del suelo actúan sobre la materia orgánica desde el momento en que se la entierra.

El aprovechamiento de los residuos orgánicos cobra cada día mayor importancia como medio para mejorar la producción, reducir la dependencia de insumos externos de alto costo económico y ambiental, mejorar y hacer más sostenible la productividad del suelo, utilizar los recursos locales disponibles para el productor, responder a la creciente demanda internacional de productos libres de agroquímicos y de hacer más eficiente el reciclaje de nutrientes en la biosfera.

En las zonas agrícolas donde la escasez de agua para los cultivos es un problema que afecta la producción es necesaria la generación y aplicación de técnicas que permitan mantener el agua disponible en suelos por tiempos prolongados; esto puede lograrse aplicando unas técnicas milenarias que actualmente ha cobrado auge, debido a los beneficios que genera al momento de ser utilizada y esta es la incorporación de residuos orgánicos (Pulido, 2009).

La clorofila es el pigmento fotosintético primario en las plantas superiores y su contenido depende de la concentración de Nitrógeno (N) foliar y la dosis de fertilización con N (Lohry y Schepers, 1988), es el responsable de absorber la energía luminosa necesaria para iniciar el proceso de fotosíntesis.

La clorofila presente en la hoja está estrechamente relacionada con la concentración de N, refleja el estado nutricional con respecto a este importante nutriente. El N es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de esta molécula, está involucrado en el proceso de la fotosíntesis (Salisbury y Ross, 1992).

Recientemente se ha reportado que la cantidad de clorofila y de nitrógeno total determinados por los métodos tradicionales en leguminosas, gramíneas, frutales y hortalizas presenta una alta correlación con las unidades SPAD (Soil Plant Análisis Development) medidas con el detector de clorofila Minolta SPAD-502 (Reeves *et al.,* 1993).

**PARTE EXPERIMENTAL**

El material utilizado fue obtenido del campo experimental INIFAP bajío. De la variedad “Taiwan”.Para la elaboración de la composta se construyeron camas de aproximadamente 1.20 m de ancho por 5 m de largo en diferentes capas; primero materia seca, la segunda consta de estiércol y una capa superior de material verde o basura orgánica de áreas verdes (jardines) del Instituto. La combinación de las fuentes animales y desechos orgánicos de jardinería, se hizo bajo la proporción 3:1. Estas se sometieron a una fase de precomposteo por 90 días (Diciembre, 2009 y Enero y febrero, 2010). Durante este tiempo se monitoreo el pH hasta llevarlo a 8.0; la humedad se mantuvo en 80%. Las unidades experimentales consistieron en bolsas de (30x30, calibre 500) 11.5 Kg cada unidad con porcentajes de materia orgánica 5, 10, 15, 20 y 25% de su peso. Para la de 5% en peso fue de 10.925 Kg de suelo y 0.575 de materia orgánica, para la de 10% 10.350 de suelo y 1.150 de materia orgánica, para 15% 9.775 de suelo y 1.725 de materia orgánica; 20% 9.200 de suelo y 2.300 de materia orgánica; 25% 8.625 de suelo y 2.875 de materia orgánica. Para la determinación del índice de clorofila se registraron cinco lecturas a partir del cuarto mes de establecido el cultivo, con un medidor de clorofila en intervalos de 15 días (SPAD-502) tomando 20 macetas dando un total de 60 plantas por cada toma de lecturas. La toma de datos se realizó en la hoja, tomando la parte basal, media y apical, tomado tres lecturas y promediándolas cada una para obtener un resultado promedio de la variable clorofila.

**RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

**Análisis de varianza para el índice de clorofila**

En el cuadro 1, se presenta los resultados del Análisis de varianza para los índices de clorofila, registrados a partir de 120 días de establecido el cultivo; donde se diferencia la formación de bulbillos y posteriormente los muestreos se realizaron en intervalos de 30 días. Donde se puede apreciar que el tamaño de bulbo afecto estadísticamente (p< 0.01) únicamente la primera medición realizada a los 120 días después de la siembra. De igual forma, la aplicación de materia orgánica modificaron estadísticamente (p< 0.01) en el primer muestreo. Sin embargo no hubo efecto estadístico en el resto de las mediciones realizadas al cultivo. No presentado efecto estadístico significativo para la interacción de los factores (Tamaño de bulbo y Niveles de materia orgánica), en ninguna de las mediciones de clorofila realizados.

Finalmente, el coeficiente de variación se presentó en un rango de 5.4-7.8%; este valor se considera bueno y aceptable, indicando que se tuvo un buen manejo del experimento y como consecuencia el error experimental fue bueno.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza índice de clorofila en cultivo de ajo, Roque, Celaya, Gto.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| F.V. |  G.L. | Clo1 | Clo2 | Clo3 | Clo4 | Clo5 |
| Tamaño de bulbo(A) |  1 | 77.77\*\* | 77.20ns | 66.97ns | 11.70ns |  8.67ns |
| Niveles de M.O. (B) |  6 | 52.72\*\* | 27.81ns | 20.28ns | 23.52ns | 13.09ns |
| Interacción AxB |  5 |  5.71ns | 41.78ns | 13.21ns | 13.03ns | 33.13ns |
| Error |  36 |  9.69 | 19.29 | 19.29 | 23.77 | 15.70 |
| C.V. % |  |  5.47 |  6.82 |  6.94 |  7.83 |  6.11 |

\*\*= diferencias altamente significativas α=0.01

\*= diferencia significativa, α=0.05

NS= no significativo

CV= coeficiente de variación (%)

Clo1, Clo2, Clo3, Clo4, Clo5= mediciones de clorofila

En el cuadro 2, se presentan los resultados de comparación de medias de acuerdo con Tukey (α=0.05) para el índice de clorofila. Donde se aprecia que el tamaño de bulbo grande favoreció el mayor índice de clorofila a los 120 días después de la siembra, con unidades de 58.15 Spad. Por otro lado, la incorporación de materia orgánica correspondiente al 20 % de materia orgánica mostró el mayor efecto en el índice de clorofila con 61.8 unidades Spad en la primera medición; sin embargo, el resto de los tratamientos no tuvieron efecto. Y como se señaló anteriormente el resto de las mediciones no fueron modificadas por los factores de estudio.

Cuadro 2. Comparación de medias para índice de clorofila registrado en cinco estados de desarrollo del cultivo.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Clo1 | Clo2 | Clo3 | Clo4 | Clo5 |
| Factores de estudio |  |  |  |  |  |
| Factor A |  |  |  |  |  |
| Semilla Mediana  | 55.60 b | 65.12 a | 62.03 a | 61.73 a | 64.37 a |
| Semilla Grande | 58.15 a | 65.90 a | 64.39 a | 62.72 a | 65.322 a |
| Factor B |  |  |  |  |  |
| Nivel al 5% | 54.62 b | 63.58 a | 65.27 a | 61.95 a | 64.02 a |
| Nivel al 10% | 56.67 b | 66.27 a | 60.72 a | 59.93 a | 65.06 a |
| Nivel al 15% | 56.18 b | 67.81 a | 62.05 a | 60.63 a | 67.00 a  |
| Nivel al 20% | 61.83 a  | 63.13 a | 63.63 a  | 62.96 a | 63.97 a  |
| Nivel al 25% | 56.71 b | 66.91 a | 63.71 a | 63.51 a | 63.47 a |
| Testigo | 55.22 b  | 65.40 a | 63.88 a | 64.38 a | 65.28 a |

Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

Clo1, Clo2, Clo3, Clo4 y Clo5, corresponden a las mediciones de clorofila realizados

**BIBLIOGRAFIA**

1. Currah, L. 2002. Onions in the tropics: cultivars and country reports. In: Rabinowitch. H.D. and Currah. L. (eds) Allium crop Science: Recent Advances Cab International. Wallingford, U.K. pp. 379-407.
2. Gros, A. y Domínguez, A. 1992. Abonos guia practica de la fertilización. 8va. Edición. Ediciones mundiprensa. Madrid. 450 p.
3. Hanelt, P. 1990. Taxonomy, evolution and history. En: Rabinowitch, H. D. and J.L. Brewster (eds.). Onions and allied crops I. Florida, CRC Press. P 1-26.
4. Mustin, M. 1987. Le compost. Ed. Francois Dubusc. Paris. 954 p.
5. Pulido, M., Lozano P. 2009. Asociación entre indicadores de estabilidad estructural y la materia orgánica en suelos agrícolas de Venezuela. Agrociencia 43: 221-223.
6. Reeves, W.D., P.L. Mask, C.W. Wood y D.P. Delay. 1993. Determination of wheat nitrogen status with a handheld chlorophyll meter. Influence of management practices. J. Plant Nutr. 16: 7781-7796.
7. Romera, P.M. del P.; Guerrero, L. 2000. Agricultura ecológica (en línea). Disponible en: [www.nortecasilla.es/canalagro/datos/agricultura\_ecologica/agricultura\_ecologica05.htm](http://www.nortecasilla.es/canalagro/datos/agricultura_ecologica/agricultura_ecologica05.htm).
8. Salisbury, F.B., Ross, C.W. 1992. Fisiología vegetal. Editorial Iberoamericana. México D.F. pp. 319-338.