

Incremento del tamaño y peso del bulbo de cebolla (*Allium cepa* L.) por translocación de nutrientes*

Increased size and weight of onion bulb (*Allium cepa* L.) by nutrient translocation

Guadalupe Alfonso López Urquidez¹, Santos Antonio Gastélum González¹, Tomás Díaz Valdés¹, Felipe Ayala Tafoya¹, Jesús Ignacio Madueño Martínez¹ y Carlos Alfonso López Orona^{1§}

¹Facultad de Agronomía-Universidad Autónoma de Sinaloa. Carretera Culiacán-El dorado km 17.5, Culiacán, Sinaloa, México. (alfonsolopezurquidez@uas.edu.mx; santos.91@hotmail.com; tdiaz10@hotmail.com; tafoya@uas.edu.mx; jesmadu_@hotmail.com). [§]Autor para correspondencia: clopezorona@uas.edu.mx.

Resumen

La cebolla (*Allium cepa* L.) es la segunda hortaliza alimenticia más importante a nivel mundial después del tomate y genera numerosos empleos. Asimismo, el rendimiento promedio en Sinaloa es bajo con relación a otras partes de México y del Mundo. En esta investigación se buscó conocer el incremento del tamaño y peso del bulbo de cebolla blanca, desde el momento de doblado de la hoja hasta su cosecha. Se utilizó la variedad “Carta Blanca” (Nunhems) que es de días cortos. Se realizó un muestreo aleatorio simple en una superficie de tres hectáreas. Se realizaron tres mediciones, con un intervalo de una semana entre ellas. Las mediciones iniciaron cuando se dobló la hoja. Para realizar el análisis estadístico, se verificó la normalidad de los datos y se realizó la prueba de homogeneidad. Los datos se sometieron a análisis de varianza y comparación media de Tukey ($p < 0.05$) con el paquete estadístico SAS. También se realizó un análisis de sensibilidad para estimar la viabilidad económica. Los resultados muestran que al inicio del doblado de la hoja, el diámetro medio del bulbo ecuatorial fue de 7.48 cm, después de una semana los bulbos fueron de 8.02 cm (diferencia de 0.53 cm). En la segunda semana la diferencia con respecto

Abstract

The onion (*Allium cepa* L.) is the second most important food vegetable worldwide after the tomato and generates numerous jobs. Likewise, the average yield in Sinaloa is low relative to other parts of Mexico and the world. In this research we sought to know the increase of the size and weight of the white onion bulb, from the moment of folding of the leaf until its harvest. The variety “Carta Blanca” (Nunhems) was used that is of short days. A simple random sampling was performed on a surface of three hectares. Three measurements were taken, with an interval of one week between them. Measurements started when the blade was folded. To perform the statistical analysis, the normality of the data was verified and the homogeneity test was performed. The data were submitted to analysis of variance and mean Tukey comparison ($p < 0.05$) with the SAS statistical package. A sensitivity analysis was also performed to estimate economic viability. The results show that at the beginning of leaf bending, the average diameter of the equatorial bulb was 7.48 cm, after one week the bulbs were 8.02 cm (difference of 0.53 cm). In the second week the difference with respect to the beginning of the folded sheet

* Recibido: julio de 2017
Aceptado: agosto de 2017

al inicio de la hoja plegada fue de 0.78 cm. Además, durante la tercera semana los bulbos de cebolla han parado el crecer, al mismo tiempo que las hojas pierden el color verde. Esto demuestra que la translocación continúa incluso después de haber alcanzado la madurez fisiológica de la planta que se manifiesta plegando la hoja. El análisis de sensibilidad indica que si las cebollas se vendieran a 4 pesos y cosecharan una semana después del doblado de la hoja, el beneficio extra sería de \$17 903.78 con una cantidad de 100 mil plantas por hectárea y hasta \$71 615.13 con 400 mil plantas. Además, dos semanas después del doblado, las ganancias serían de \$26 363.18 y \$105 452.70 respectivamente.

Palabras clave: bulbificación, doblado de la hoja, dormancia.

La cebolla (*Allium cepa*) es la segunda hortaliza más importante a nivel mundial después del tomate, con aproximadamente 85 795 190 t producidas en el mundo, donde México aporta 1.48% (FAOSTAT, 2014). En México 2014 se cosecharon 47 430.57 ha con una producción de 1 368 183.69 t (SIAP, 2016). Mientras que en Sinaloa para el mismo año se cosecharon 1 480.7 ha; sin embargo, el rendimiento promedio fue de solo 23.04 t ha⁻¹ en 2014 (SIAP, 2016).

Los factores que influyen en la formación del bulbo de cebolla son la longitud del día, temperatura y variedad (Lancaster *et al.*, 1996; Brewster, 2008). La bulbificación ocurre cuando se han acumulado determinadas horas calor (Lancaster *et al.*, 1996). De acuerdo con Tapia (1999), la cebolla es de estación fría y es medianamente resistente a las heladas. Las altas temperaturas pueden estresar a la planta de cebolla, provocando trastornos fisiológicos, disminuyendo la velocidad del desarrollo de la hoja y el número de las mismas (Tsfay *et al.*, 2011).

Por otra parte, la influencia del fotoperiodo es afectada por la calidad e intensidad de la luz, pues la luz infra roja y altas intensidades de luz favorecen el desarrollo del bulbo (Bertaud, 1986). Al disminuir la duración del día la intensidad luminosa baja, las hojas lo perciben y mandan señales a otras partes de la planta, iniciando la dormancia (Chope *et al.*, 2012). De acuerdo con lo anterior, el efecto combinado de la temperatura y el fotoperiodo induce a la formación de bulbos de cebolla, aunque puede ser que en las zonas tropicales la temperatura sea un factor más determinante (Tsfay *et al.*, 2011).

was 0.78 cm. In addition, during the third week the onion bulbs have stopped growing, at the same time the leaves lose their green color. This shows that the translocation continues even after having reached the physiological maturity of the plant which is manifested by folding the leaf. The sensitivity analysis indicates that if the onions were sold at 4 pesos and harvested one week after folding the leaf, the extra benefit would be \$17 903.78 with an amount of 100 thousand plants per hectare and up to \$71 615.13 with 400 thousand plants. In addition, two weeks after the doubling, the gains would be \$26 363.18 and \$105 452.70 respectively.

Keywords: bulbification, dormancy, folded leaf.

The onion (*Allium cepa*) is the second most important vegetable worldwide after tomato, with approximately 85 795 190 t produced in the world, where Mexico contributes 1.48% (FAOSTAT, 2014). In Mexico 2014 were harvested 47 430.57 ha with a production of 1 368 183.69 t (SIAP, 2016). While in Sinaloa for the same year 1 480.7 ha were harvested; however, the average yield was only 23.04 t ha⁻¹ in 2014 (SIAP, 2016).

The factors influencing the onion bulb formation are day length, temperature and variety (Lancaster *et al.*, 1996; Brewster, 2008). Bulbification occurs when certain heat hours have accumulated (Lancaster *et al.*, 1996). According to Tapia (1999), the onion is cold season and is moderately frost resistant. High temperatures can stress the onion plant, causing physiological disturbances, decreasing leaf development speed and number (Tsfay *et al.*, 2011).

On the other hand, the influence of photoperiod is affected by the quality and intensity of the light, because the light infra red and high light intensities favor the development of the bulb (Bertaud, 1986). As the duration of the day decreases, the light intensity decreases, the leaves perceive it and send signals to other parts of the plant, initiating dormancy (Chope *et al.*, 2012). According to the above, the combined effect of temperature and photoperiod induces the formation of onion bulbs, although it may be that in tropical areas temperature is a more determinant factor (Tsfay *et al.*, 2011).

The nutrients of the onion initially pass from the soil to the plant, leading to the area where photosynthesis takes place. From there they are transported to the growing areas and to the storage regions. Palacios *et al.* (2005) observed that the onion began to absorb K at 52 days after transplantation.

Los nutrientes de la cebolla inicialmente pasan del suelo a la planta, conduciéndose hasta la zona donde se desarrolla la fotosíntesis. De ahí son transportados a las zonas de crecimiento y a las regiones de almacenamiento. Palacios *et al.* (2005) observaron que la cebolla empezó a absorber K a los 52 días después del trasplante. También encontraron que durante los 90 días después del trasplante extrajo 94% del K total; las hojas comenzaron a extraer K a los 38 días después del trasplante y en un periodo de 70 días extrajeron 96% de su K total. A partir del día 122 se inició la translocación hacia los órganos de reserva; también observaron que en los bulbos se inició la acumulación de K a los 94 días después del trasplante; asimismo, el porcentaje de K fue siempre mayor en las hojas que en los bulbos (Palacios *et al.*, 2005). En base a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar el incremento del tamaño y peso del bulbo que ocurre después del doblado de la hoja, debido a la translocación de nutrientes.

El estudio se realizó en el ciclo otoño-invierno 2015-2016 en un predio del Valle de San Lorenzo en Culiacán, Sinaloa, ubicado a los 24° 27' 27.53" latitud norte, 107° 16' 02.32" longitud oeste del meridiano de Greenwich, y una altitud de 38 m, el clima de la región es tipo Bs (h'), semiárido muy cálido con un cociente precipitación/temperatura mayor a 22.9 (García, 1988).

Se utilizó semilla de la variedad "Carta Blanca" de la compañía Nunhems, esta es de días cortos con bulbo de color blanco, forma redonda, tolerante a la floración y llega a maduración a los 170-175 días después de la siembra. La plántula se produjo en almácigo mediante microtúnel de polipropileno.

El terreno fue preparado realizando un subsoleo, rastreo, y se niveló con un tablón, finalmente se procedió a formar camas de 1.6 m de ancho de centro. En cada cama se formaron seis líneas de plantas con una separación de 12 cm entre ellas. La distancia entre plantas también fue de 12 cm dispuestas en tresbolillo. El experimento se realizó en condiciones de riego por goteo, utilizando cinta (T-Tape, John Deere, USA) con goteros a 20 cm de separación y un gasto de un litro por hora por gotero. En cada cama se utilizaron tres cintas.

El trasplante se inició a los 60 días después de la siembra, cuando la plántula alcanzó aproximadamente 4 mm de diámetro. Para ello la planta se arrancó del suelo y se pudo

They also found that during the 90 days after the transplant they extracted 94% of the total K; the leaves began to extract K at 38 days after transplantation and in a period of 70 days extracted 96% of their total K. From day 122 translocation to the reserve organs began; also observed that accumulation of K was initiated in the bulbs at 94 days after transplantation; In addition, the percentage of K was always higher in leaves than in bulbs (Palacios *et al.*, 2005). Based on the above, the objective of the present work was to determine the increase in size and weight of the bulb that occurs after folding of the leaf, due to the translocation of nutrients.

The study was conducted in the autumn-winter cycle 2015-2016 in a San Lorenzo Valley in Culiacán, Sinaloa, located at 24° 27' 27.53" north latitude, 107° 16' 02.32" west longitude of the Greenwich meridian, and an altitude of 38 m, the climate of the region is Bs (h'), very warm semiarid with a precipitation / temperature quotient greater than 22.9 (García, 1988).

The Nunhems company's "Carta Blanca" seed was used, this is short days with a white bulb, round shape, tolerant to flowering and maturing 170-175 days after planting. The seedling was produced in seedbeds using a polypropylene microtunnel.

The ground was prepared by subsoiling, tracking, and leveling with a plank, finally proceeding to form beds of 1.6 m wide center. In each bed six plant lines were formed with a separation of 12 cm between them. The distance between plants was also 12 cm arranged in staggered. The experiment was performed under drip irrigation conditions, using tape (T-Tape, John Deere, USA) with droppers at 20 cm separation and a cost of one liter per hour per dropper. In each bed three tapes were used.

Transplantation was started 60 days after sowing, when the seedling reached approximately 4 mm in diameter. To do this the plant was removed from the soil and pruned leaving the leaves about ten centimeters high to avoid dehydration during the transplant. Before the transplant, the econil fungicide (chlorothalonil) was applied to the seedling to prevent the attack of pathogenic microorganisms found in the soil. In addition, 295 kg h⁻¹ of nitrogen, 100 kg h⁻¹ of phosphorus and 110 kg h⁻¹ of potassium were applied during the crop cycle, where the main source of nitrogen was urea fertilizer 46-00-00, phosphorus was monoammonium phosphate (12-61-00), potassium was potassium nitrate (12-00-45).

dejando las hojas de unos diez centímetros de altura para evitar su deshidratación durante el trasplante. Previo al trasplante, a la plántula se le aplicó el fungicida econil (clorotalonil) para prevenir el ataque de microorganismos patógenos que se encuentran en el suelo. Así mismo, se aplicaron 295 kg h⁻¹ de nitrógeno, 100 kg h⁻¹ de fósforo y 110 kg h⁻¹ de potasio, los cuales fueron aplicados durante el ciclo del cultivo, donde la fuente principal de nitrógeno fue el fertilizante urea (46-00-00), de fósforo fue el fosfato monoamónico (12-61-00), de potasio fue el nitrato de potasio (12-00-45).

Se realizó un muestreo aleatorio simple que fuera representativo a partir de un marco constituido por el número de cebollas sembradas en una superficie de tres hectáreas (aproximadamente 775 000 plantas). La unidad de muestreo fue cada cebolla. El parámetro estadístico para estimar el tamaño de la muestra fue la media y la varianza del diámetro ecuatorial del bulbo. Se obtuvo una muestra aleatoria de la población sin hacer distinciones entre sus elementos, de tal manera que todas las unidades tuvieron la misma probabilidad de ser seleccionadas, para ello se enumeraron las hileras de cebollas. Al iniciar el doblado de la hoja de la cebolla se realizaron las mediciones del diámetro ecuatorial del bulbo, con un intervalo de una semana entre cada una de ellas.

Se comprobó la normalidad de los datos obtenidos para cada uno de los ensayos, tomando en cuenta los datos de la primera medición: media= 7.48 cm y desviación estándar= 0.926, se realizó una comprobación de la normalidad de datos a partir de una prueba de bondad de ajuste de la normalidad utilizando la chi cuadrada (Zar, 1999). También se realizó una prueba de homogeneidad de Levene (Correa *et al.*, 2006) y se realizó el análisis de varianza de las diferencias entre las medias de las poblaciones estudiadas, demostrándose que hay homogeneidad entre las varianzas. Posteriormente se procedió a someter los datos a un análisis de varianza y prueba de comparación de medias, aplicando la prueba de t de student (Zar, 1999) con el paquete estadístico SAS versión 9.0 (SAS Institute, 2002).

Se observó que al inicio del doblado de la hoja, la media del diámetro ecuatorial del bulbo fue de 7.48 cm, mientras que una semana después se tuvieron bulbos de 8.02 cm promedio; es decir, una diferencia de 0.53 cm, la cual fue estadísticamente significativa. Esta diferencia representa una tasa porcentual de variación del 7.12. El crecimiento del

A simple random sampling was performed that was representative of a frame constituted by the number of onions planted in an area of three hectares (approximately 775 000 plants). The sampling unit was each onion. The statistical parameter to estimate the sample size was the mean and variance of the equatorial diameter of the bulb. A random sample of the population was obtained without distinguishing between its elements, in such a way that all the units had the same probability of being selected, for that the rows of onions were enumerated. At the beginning of folding of the onion leaf, the measurements of the equatorial diameter of the bulb were carried out, with an interval of one week between each one.

The normality of the data obtained for each of the tests was checked, taking into account the data of the first measurement: mean= 7.48 cm and standard deviation= 0.926, a normality check of data was made from a test of goodness of adjustment of normality using chi square (Zar, 1999). A Levene homogeneity test was also performed (Correa *et al.*, 2006) and the analysis of variance of the differences between the means of the studied populations was performed, demonstrating that there is homogeneity between the variances. Subsequently, the data were submitted to a variance analysis and means comparison test, applying the student's t test (Zar, 1999) with the SAS statistical package 9.0 (SAS Institute, 2002).

It was observed that at the beginning of the folding of the leaf, the average of the equatorial diameter of the bulb was of 7.48 cm, whereas a week later they had bulbs of average 8.02 cm; that is, a difference of 0.53 cm, which was statistically significant. This difference represents a percentage rate of change of 7.12. The growth of the bulb continued after the first week of measurement, so that in the second week the difference with respect to the beginning of the folding of leaves was 0.78 cm. This difference means a percentage rate of change of 10.48. Also, when comparing week 1 with respect to week 2 a difference of 0.25 cm was observed, however, it would only have a significant difference if $\alpha=10$. For the third week practically the onion bulb stopped having growth, time at which the leaf lost the green color. This makes it clear that after 15 days the onion bulb did not grow. Likewise, a correlation of 0.93 between the diameter of the onion and the weight of the onion was found (Figure 1).

The analysis of variance showed that there is a high significance, with a critical value of F of 7.98E-28. El análisis de varianza mostró que hay una alta significancia,

bulbo continuó después de la primer semana de medición, de tal manera que en la segunda semana la diferencia, con respecto a inicio del doblado de hojas fue de 0.78 cm. Esta diferencia significa una tasa porcentual de variación del 10.48. Asimismo, al comparar la semana 1 con respecto a la semana 2 se observó una diferencia de 0.25 cm: sin embargo, solo se tendría una diferencia significativa si $\alpha=10$. Para la tercera semana prácticamente el bulbo de la cebolla dejó de tener crecimiento, tiempo en el cual la hoja perdió el color verde. Esto deja claro que después de los 15 días el bulbo de la cebolla no tuvo crecimiento. Así mismo, se encontró una correlación de 0.93 entre el diámetro de la cebolla con el peso de la misma (Figura 1).

El análisis de varianza mostró que hay una alta significancia, con un valor crítico de F de 7.98E-28. Asimismo, el valor de la recta de la regresión fue de 84.01; es decir, que por cada centímetro que aumenta el diámetro ecuatorial de la cebolla, incrementa 84 g. Por lo anterior, las ventajas de posponer la cosecha después del doblado de las hojas son evidentes. Por lo anterior, se debe procurar que la hoja se encuentre lo más sana posible para que la mayor parte de los nutrientes que se encuentran en ella pasen al bulbo. Es decir, hay que evitar lo más posible la salida de energía de la planta hacia los consumidores, como el trips (*Thrips tabaci*), el gusano minador (*Liriomyza trifolii*) y enfermedades como el mildiú (*Peronospora destructor*).

En el Cuadro 1 se muestra un análisis de sensibilidad, tomando como base un precio de cuatro pesos (MXN) por kilogramo, lo que muestra que pudiera ser redituable esperar determinado tiempo para levantar la cebolla del terreno. Sin embargo, también es importante considerar las condiciones meteorológicas probables para el periodo en que la cebolla estaría expuesta en el campo, pues de ocurrir precipitaciones en ese lapso, el producto pudiera tener menor calidad al momento de la venta y dañar la vida de anaquel.

Cuadro 1. Análisis de sensibilidad, considerando precio estimado de venta.
Table 1. Sensitivity analysis, considering estimated selling price.

Densidad (plantas ha ⁻¹)	Incremento			Utilidad		
	S1 (kg ha ⁻¹)	S2 (kg ha ⁻¹)	Diferencia (kg ha ⁻¹)	S1 (\$)	S2 (\$)	Diferencia (\$)
200 000	8 951.89	13 181.59	4 229.7	35 807.57	52 726.35	16 918.79
250 000	11 189.86	16 476.99	5 287.12	44 759.46	65 907.94	21 148.48
300 000	13 427.84	19 772.38	6 344.54	53 711.35	79 089.53	25 378.18
350 000	15 665.81	23 067.78	7 401.97	62 663.24	92 271.12	29 607.87
400 000	17 903.78	26 363.18	8 459.39	71 615.13	105 452.7	33 837.57

con un valor crítico de F de 7.98E-28. Asimismo, el valor de la recta de la regresión fue de 84.01, es decir, que por cada centímetro que aumenta el diámetro ecuatorial de la cebolla, incrementa 84 g. Por lo anterior, las ventajas de posponer la cosecha después del doblado de las hojas son evidentes. Por lo anterior, se debe procurar que la hoja se encuentre lo más sana posible para que la mayor parte de los nutrientes que se encuentran en ella pasen al bulbo. Es decir, hay que evitar lo más posible la salida de energía de la planta hacia los consumidores, como el trips (*Thrips tabaci*), el gusano minador (*Liriomyza trifolii*) y enfermedades como el mildiú (*Peronospora destructor*).

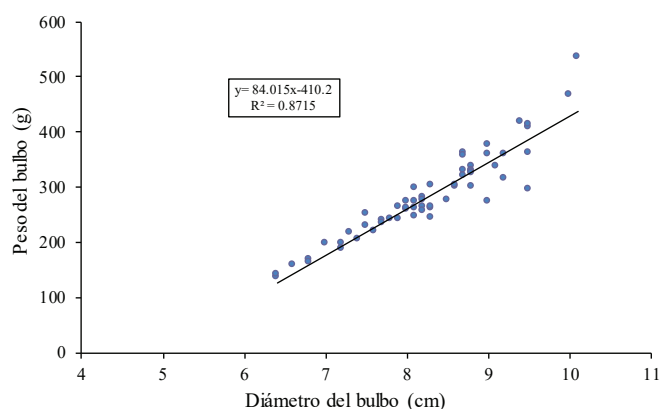


Figura 1. Relación entre diámetro y peso de la semilla.
Figure 1. Relationship between diameter and weight of onion bulb.

In the Table 1 shows a sensitivity analysis, based on a price of four pesos (MXN) per kilogram, which shows that it may be profitable to wait a certain time to raise the onion of the land. However, it is also important to consider the probable meteorological conditions for the period when the onion would be exposed in the field, because of precipitation in that time, the product could have lower quality at the time of sale and damage the shelf life.

Con un precio estimado de venta: \$4.00 kg; TPV del diámetro semana 1: 7.12 (0.78 cm); TPV del diámetro semana 2: 10.48 (0.53 cm); diferencia de TPV entre semana 1 y semana 2: 3.14 (0.25 cm); valor de la pendiente de regresión: 84 g cm⁻¹ de diámetro; coeficiente de correlación: = 0.93.

Conclusiones

El bulbo de la cebolla sigue creciendo después de que la hoja se dobla y es económicamente redituable esperar los 15 días para iniciar la recolección del bulbo. El diámetro y peso de la cebolla sigue aumentando 15 días después de que la hoja se ha doblado, por ello los productores pueden esperar después del doblado de la hoja, procurando que sea hasta que esta pierda su color verde.

Es económicamente factible posponer la cosecha de cebolla después del doblado de la hoja. Por lo que se debe procurar que durante el periodo de doblado de la hoja, esta mantenga su coloración verde lo más completo posible, mediante el control de enfermedades como el mildiú.

Literatura citada

- Bertaud, D. S. 1986. The effects of light on bulbing in onions. *Proceedings Agron. Soc. N Z.* 16(1):79-86.
- Brewster, J. L. 2008. Onions and other vegetable alliums 2nd edition. *Crop Prod. Sci. Hortic.* 15:1-432.
- Chope, G. A.; Cools, K.; Hammond, J. P.; Thompson, A. J. and Terry, L. A. 2012. Physiological, biochemical and transcriptional analysis of onion bulbs during storage. *Annals Bot.* 109:819-831.
- Correa, J. C.; Iral R. y Rojas, L. 2006. Estudio de potencia de pruebas de homogeneidad de varianza: a study of the power of tests for homogeneity of variance. *Rev. Colomb. Est.* 29(1):57-76.
- FAOSTAT. 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database. FAOSTAT production statistics of crops. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Para adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. 4^{ta} edición. Offset Larios. México. 90 p.
- Lancaster, J. E.; Triggs, C. M.; De Ruiter, J. M. y Gandar, P. W. 1996. Bulbing in onions: photoperiod and temperature requirements and prediction of bulb size and maturity. *Annals Bot.* 78(4):423-430.

With an estimated sale price: \$4.00 kg; TPV of diameter week 1: 7.12 (0.78 cm); TPV of diameter week 2: 10.48 (0.53 cm); TPV difference between week 1 and week 2: 3.14 (0.25 cm); value of the regression slope: 84 g cm⁻¹ diameter; correlation coefficient = 0.93.

Conclusions

The onion bulb continues to grow after the leaf folds and is economically profitable to wait 15 days to start collecting the bulb. The diameter and weight of the onion continues to increase 15 days after the leaf has folded, so the producers can wait after folding the leaf, making sure that it is until it loses its green color.

It is economically feasible to postpone the onion harvest after folding the leaf. Therefore it should be ensured that during the folding period of the leaf, it maintains its green coloration as complete as possible, by controlling diseases such as mildew.

End of the English version



- Palacios, Z. J. V.; G. Aguirre Y. G. y la Torre, M. B. 2005. Absorción periódica de nutrientes por el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) «Roja Arequipeña» bajo diferentes sistemas de fertilización en un entisol de la Costa Paramonga. *Editorial Agraria. Anales Científicos. UNALM.* 62:1-19.
- SAS. 2002. Statistical Analysis System Institute. SAS/STAT User's Guide, Software version 9.0. SAS Institute Inc. Cary, N.C. 27513. USA.
- SIAP. 2016. Anuario de estadístico de cultivos. <http://www.siap.gob.mx/siembras-y-cosechas/>.
- Tapia, M. 1999. El cultivo de la cebolla. Universidad de Chile. Santiago, Chile. *Publicaciones Misceláneas Agrícolas* núm. 47. 1-10 pp.
- Tesfay, S. Z.; Bertling, I.; Odindo, A. O.; Greenfield, P. L. and Workneh, T. S. 2011. Growth responses of tropical onion cultivars to photoperiod and temperature based on growing degree days. *Afr. J. Biotechnol.* 10(71):15875-15882.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 2nd edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. Londres, Reino Unido. 718 p.