

Momentos del día en que se nota el crecimiento de la planta de maíz

Leopoldo Partida Ruvalcaba¹, Tomás Díaz Valdés², Leidy Cortegaza Ávila², Ilarely Cázares Flores¹

¹Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.

²Universidad Central del Este, San Pedro de Macorís, República Dominicana.

^{1,2,3,4,5}parpolo@yahoo.com.mx.

Recibido: 10 abril 2023

Aceptado: 1 junio 2023

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo para cuantificar si la planta de maíz del grupo C₄ crece, en términos de horarios, igual que las plantas de tomate del grupo C₃; es decir, si sólo crece desde poco antes del amanecer hasta las ocho de la mañana. Se hicieron siembras de semillas F₂ en macetas con 20 kg de suelo de aluvión mezclado con arena en proporciones volumen: volumen (v:v) de 50/50, donde se depositaron más de tres semillas y se aplicó aclareo para dejar sólo tres plantas por maceta; las siembras fueron en tres fechas, una en Julio y dos en Agosto de 2022. La cuantificación se realizó desde la primera hoja (cotiledonal) hasta la onceava hoja verdadera. En las plantas provenientes de la primera siembra, al principio se midió el crecimiento a partir del momento en que se dio la emergencia de la punta de la hoja, para lo que se colocó un pequeño tutor con el extremo superior justo hasta la parte apical de la hoja; 12 horas después de su emergencia se cuantificó el crecimiento en cm; en las siguientes hojas las mediciones se fueron realizando cada 12 horas. Asimismo, en las plantas cultivadas en las otras fechas de siembra. Las plantas continuamente expresaron alargamiento de hojas, aunado a éllo, la altura del tallo se incrementó conforme fueron apareciendo las hojas, y terminó hasta que ocurrió la emergencia y maduración de espigas, así que las plantas crecieron en todo momento, pero el crecimiento sin cesar se hizo más notorio a las 12 horas después de cada medición.

PALABRAS CLAVE: Planta de maíz; Hojas; alargamiento continuo; Momentos de crecimiento

ABSTRACT

Moments of the day in which the growth of the corn plant is noticed. The research was carried out to quantify if the maize plant of the C₄ group grows, in terms of schedules, the same as the tomato plants of the C₃ group; that is, if it only grows from shortly before dawn until eight in the morning. F₂ seeds were sown in pots with 20 kg of alluvial soil mixed with sand in volume: volume (v:v) proportions of 50/50, where more than three seeds were deposited to leave only three plants per flowerpot; the plantings were on three dates, one in July and two in August 2022. The quantification was carried out from the first leaf (cotyledonal) to the eleventh true leaf. In the plants from the first planting, growth was initially measured from the moment the tip of the leaf emerged, for which a small stake was placed with the upper end just up to the apical part of the leaf; 12 hours after its emergence, growth was quantified in cm; in the following leaves the measurements were carried out every 12 hours. Likewise, in the plants grown on the other planting dates. The plants continuously expressed leaf elongation, in addition to this, the height of the stem increased as the leaves appeared, and it ended until the emergence and maturation of the spikes occurred, so the plants grew at all times, but the growth continuous it became more noticeable 12 hours after each measurement.

KEYWORDS: Corn plant; Leaves; continuous elongation; Growth stages

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las plantas de maíz y las demás no ha sido suficientemente investigado con respecto a los factores que inducen respuestas de esta característica (Siddiqi *et al.*, 2002), pero en términos biológicos, la productividad de una especie de cultivo se puede empezar a definir desde el inicio del ciclo de producción, misma que es afectada por múltiples factores, como el material genético, el medio ambiente y el manejo que se aplique a las plantas (Anten y Poorter, 2009; Körner, 2015). Dichos factores inducen cambios en los órganos, asimismo, en la forma de como éstos atrapan los recursos necesarios y los distribuyen en las distintas partes

de la planta, de tal manera que a través del tiempo se producen variaciones en la acumulación de compuestos orgánicos en las partes que constituyen a las plantas (Benedetto y Tognetti, 2016).

Crecimiento es un concepto que se refiere al aumento de tamaño en sentido vertical o altura, grosor o diámetro, peso, volumen y densidad del tallo, longitud, diámetro, peso, volumen y densidad de raíces, longitud, anchura, peso, volumen y densidad de hojas, longitud, peso, diámetro, volumen y densidad de mazorcas, granos, etc., pero este fenómeno puede ser inhibido por la fotorrespiración en plantas C_3 y casi no inhibido en plantas C_4 que incluyen al maíz, sorgo, caña de azúcar, entre otras, debido a que en éstas la concentración de CO_2 en el interior de las hojas casi siempre es superior a la concentración de O_2 , por lo que la enzima Rubisco casi siempre está ocupada atrapando CO_2 y no O_2 para formar sustancias (Salisbury y Ross, 2000).

El crecimiento y rendimiento del maíz son aspectos influenciados por el material genético, el clima y el manejo con biofertilizantes, nitrógeno, entre otros nutrimentos (Aguilar et al., 2015). Describir el crecimiento de las plantas durante su ciclo de vida, así como evaluar aquellos tratamientos con capacidad de ocasionar cambios en su acumulación de materia orgánica, requiere de indicadores que puedan ser cuantificados numéricamente. Se conocen técnicas de análisis del crecimiento que pueden ser aplicadas en muchas condiciones, pero el uso de éstas en cultivos intensivos, como el maíz, tiene aspectos propios y cuidados que deben ser tomados en cuenta, respecto a los cuales la información existente y disponible es escasa y dispersa (Benedetto y Tognetti, 2016). Sin embargo, el análisis de crecimiento ha sido usado para el estudio de factores que influyen en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas, a través del seguimiento de la acumulación de materia seca durante el ciclo de vida del cultivo (Santos et al., 2010); asimismo, para hacer comparaciones sobre el rendimiento de grano o forraje de diferentes especies y cultivares en condiciones similares de manejo (Woo et al., 2004). El objetivo de esta investigación fue determinar si el crecimiento de las plantas de maíz es continuo o discontinuo en el transcurso del día e identificar el o los momentos en que se hace evidente dicho crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en condiciones de macetas en el invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicada a $24^{\circ} 37' 24''$ latitud norte y $107^{\circ} 26' 36''$ longitud oeste, con 38.54 msnm en Sinaloa, México. En tres fechas se sembraron semillas F_2 de maíz cosechado durante el ciclo agrícola 2021-2022. La primera siembra se hizo el 23 de Julio de 2022; la segunda el 03 de Agosto y la tercera el 11 del mismo mes, todas en macetas con capacidad de 20 kg de suelo de aluvión mezclado con arena en proporciones volumen:volumen (v:v) de 50/50; en cada maceta se dejaron tres plantas, y en todas ellas cada día se midió el alargamiento de hojas, desde la primera hasta la onceava.

Las mediciones de longitud foliar se realizaron a partir del día 29 de Julio de 2022, después de la primera siembra; en el suelo se introdujeron pequeños tutores con el extremo superior hasta la parte apical de la hoja cotiledonal, a partir de ese extremo del cada uno de los tres tutores se midió el alargamiento que tuvo la citada hoja hasta las 9:30 a.m. del referido día; al siguiente día (30 de Julio) las mediciones se hicieron a las 8:00 a.m.

Para el 29 de Julio también inició la emergencia de la primera hoja verdadera, en donde las mediciones se realizaron a las 8:00 a.m. y 10:00 p.m. del 30 del mismo mes; el día 31 de Julio se continuó con la medición del alargamiento de esta hoja a las 8:00 a.m. y 7:00 p.m., en la misma fecha se procedió a medir la longitud total de la hoja cotiledonal y de la primera hoja verdadera, desde el ápice hasta la base. Los días 01, 02 y 03 de agosto también se midió la longitud total de las mismas hojas, a las 8:00 a.m. En la 2^{da}-11^{va} hoja sólo se procedió a medir la longitud total en horarios de la mañana y de la tarde del mismo día.

La obtención de datos durante las mañanas y tardes de los días fue para determinar si el alargamiento (crecimiento) de hojas era continuo o discontinuo, y a su vez con ellos cuantificar por día o expresar con números como ocurre diariamente este carácter en las plantas de maíz, ya que conforme se da la emergencia y alargamiento de hojas, también sucede el crecimiento vertical del tallo de estas plantas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 puede notarse que la hoja cotiledonal de la planta uno tuvo un crecimiento (alargamiento) de 4.3 cm hasta las 9:00 a.m. del día 29 de Julio de 2022, carácter que para el día 30 del mismo mes se incrementó 2.7 cm más y sólo 0.5 cm para el día 31 de dicho mes; asimismo, en la planta dos se observaron 5.0 cm de longitud en la primera fecha mencionada anteriormente, misma que para el día siguiente tuvo un incremento 3.0 cm, en tanto que para la última fecha referida alcanzó 0.5 cm más. En la planta tres el alargamiento de dicha hoja primero fue de 5.5 cm, luego se incrementó 3.1 cm, y para la última fecha sólo se alargó 0.4 cm; así que el alargamiento total promedio de la hoja cotiledonal fue de 8.3 cm que se indican en el referido cuadro. Si se consideran los datos de las primeras dos fechas del cuadro, se puede deducir que la hoja en cuestión se alargó 2.4 mm/h en la planta uno, 2.7 en la planta dos y 2.8 en la número tres, ya que del 30-31/07/2022 el crecimiento se ralentizó y prácticamente terminó; mientras que, si se toma en cuenta el promedio de alargamiento total, la hoja creció 3.7 mm por hora.

Tipo de hoja		Alargamiento de hoja (cm)				Promedio Crec. Total
		29/07/22 9:30 am	30/07/22 8:00 am	31/07/22 8:00 am		
Hoja cotiledonal	Plantas evaluadas					
	Planta 1	4.3	7.0	7.5		
	Planta 2	5.0	8.0	8.5	8.3	
	Planta 3	5.5	8.6	9.0		

Tabla 1: Crecimiento o alargamiento de la hoja cotiledonal en tres plantas de maíz cultivadas en macetas durante el año 2022.

El Cuadro 2 contiene los datos que sirven para expresar o cuantificar el carácter de alargamiento o crecimiento de la primera hoja verdadera, los cuales indican que después de la aparición del ápice en el cogollo de la planta uno, la hoja creció 2.3 cm hasta las 8:00 am del 30 de Julio, otros 2.3 cm a las 10:00 pm del mismo día; asimismo, también indican que para las 8:00 am del 31 de Julio creció 4.5 cm más, y otros 2.0 cm hasta las 7:00 pm del citado día; para las 8:00 am del 01 de Agosto creció 4.5 cm y para las 8:00 am del 02 del mismo mes el alargamiento se incrementó 7.3 cm. En las plantas dos y tres, el incremento ocurrió como se expresa con los números contenidos en el Cuadro 2. De tal manera que con estos números fue posible determinar que en la planta uno el crecimiento por hora fue de 3.3 mm para el 30/07/2022, en tanto que para el 31/07 fue de 5.9 mm, para el 01/08/2022 creció 3.5 mm y para el 02 de agosto 6.1 mm. En la planta dos el alargamiento por hora fue de 4.8, 4.8, 4.2 y 6.2 mm para las respectivas fechas. Mientras que la planta tres tuvo crecimiento de 4.3, 5.1, 2.7 y 4.0 mm/h, en las respectivas fechas mencionadas.

El hecho que en la primera hoja verdadera se haya cuantificado alargamiento en la mañana y en las primeras horas de la noche, permitió deducir que en la planta de maíz el crecimiento fue continuo y no se ralentizó por las noches como en otras plantas (por ejemplo, el tomate), en las cuales el aumento de tamaño en sentido vertical se ralentiza por las noches y al amanecer se intensifica. Es decir, las plantas de maíz evaluadas tuvieron crecimiento longitudinal de las hojas a cada hora del día y, en consecuencia, su tallo creció verticalmente, toda vez que conforme las hojas fueron alargándose otras fueron emergiendo y haciendo que las plantas tuvieran mayor altura hasta llegar a la floración masculina, misma que delimitó el crecimiento vertical.

Tipo de hoja		Alargamiento de hoja (cm) cada 12 horas				
Primera hoja Verdadera	Plantas evaluadas	30/07/22	30/07/22	31/07/22	31/07/22	
		8:00 am	10:00 pm	8:00 am	7:00 pm	
		Planta 1	2.3	2.3	4.5	2.0
		Planta 2	4.2	2.5	4.2	2.5
	Planta 3	4.1	2.0	3.6	2.0	
Continuación		01/08/22	02/08/22			
		8:00 am	8:00 am			
	Planta 1	4.5	7.3			
	Planta 2	5.5	7.5			
	Planta 3	3.5	4.8			

Tabla2: Crecimiento y/o alargamiento en cm de la primera hoja verdadera en tres plantas de maíz, a partir de que dicha hoja emergió del cogollo (año 2022).

Los datos que contiene el Cuadro 3 cuantifican el crecimiento total que fue teniendo la hoja número uno en tres plantas, a partir del alargamiento que ya tenía fuera del cogollo en las fechas que se indican en el mismo cuadro, así que después de la primera medición hecha el día 31 de Julio de 2022, en 12 horas la hoja creció 3.0 cm en la planta uno, 2.8 cm en la planta dos y 1.8 cm en la número tres. En las siguientes 12 horas la misma hoja se alargó 2.0 cm en la planta uno, 1.5 cm en la dos y 3.9 cm en la tres. En las 12 horas posteriores, dicha hoja creció 5.5 cm en la primera planta, 9.0 cm en la segunda y 6.6 cm en la tercera. Lo anterior significó que el promedio de crecimiento en la planta uno fue de 2.92 mm/h, mientras que en la dos fue de 3.42 mm/h y en la planta tres de 3.42 mm/h. Todo lo antes cuantificado permitió deducir que la hoja no dejó de crecer en las 24 horas.

Tipo de hoja		Alargamiento total de hoja (cm/12 horas)				
Primera hoja verdadera	Plantas evaluadas	31/07/22	01/08/22	02/08/22	03/08/22	
		8:00 am	8:00 am	8:00 am	9:00 am	
		Planta 1	12.0	15.0	17.0	22.5
		Planta 2	15.2	18.0	19.5	28.5
		Planta 3	15.2	17.0	20.9	27.5

Tabla 3: Alargamiento total alcanzado por la primera hoja verdadera de maíz en consecutivas fechas del año 2022.

Lo antes mencionado implica que las plantas de maíz constantemente estuvieron acumulando fotosintatos, además de otros compuestos orgánicos que se sintetizan en las células de las hojas, raíces y el tallo, mismas sustancias que conllevaron a que las células se multiplicaran, se alargaran y ocasionaran el crecimiento de los

órganos en las plantas, razón por la cual se presentaron las variaciones cuantificadas que se mencionan en los cuadros uno, dos y tres.

El Cuadro 4 contiene los datos que cuantifican el crecimiento de la segunda a la onceava hoja verdadera de tres plantas cultivadas a partir de la primera fecha de siembra (28 de Julio de 2022). Estos datos permiten deducir numéricamente que la segunda hoja tuvo alargamiento de 3,5, 0.5 y 1.0 cm en 12 horas en las respectivas plantas uno, dos y tres, después que se midió su longitud a las 8:00 p.m. del día 04 de agosto de 2022. Asimismo, que, en la misma fecha y horario indicados, la tercera hoja de dichas plantas creció 2.0, 4.5 y 5.0 cm. Respectivamente. En tanto que, durante las siguientes 12 horas, esta hoja se alargó otros 6.0, 4.0 y 4.0 cm. La cuarta hoja tuvo un crecimiento de 4.0, 2.5 y 4.0 cm durante las primeras 12 horas, luego se alargó otros 3.0, 1.5 y 2.0 cm, en las siguientes 12 horas creció 3.5, 2.5 y 2.5 cm más, hasta alcanzar 3.5, 3.0 y 2.5 cm en la última evaluación.

En el mismo orden de plantas uno, dos y tres, la quinta hoja se alargó 4.0, 4.0 y 4.5 cm en las primeras 12 horas, en las siguientes esta hoja creció 4.5, 4.5 y 5.0 cm, respectivamente, luego el crecimiento fue de 4.5, 5.0 y 5.0 cm, mientras que en las últimas 12 horas el respectivo crecimiento fue de 6.0, 3.5 y 5.0 cm. En la sexta hoja de las mismas plantas el alargamiento también ocurrió en todo momento del día, de tal manera que durante 12 horas del día 13 de agosto de 2022 el respectivo crecimiento longitudinal fue de 4.0, 3.5 y 3.5 cm, en tanto que durante el siguiente periodo de tiempo comprendido del 13.14 del mismo mes, ocurrieron alargamientos de 4.0, 2.5 y 4.0 cm. En las siguientes hojas evaluadas (7-11), el fenómeno no varió, esto es, hubo crecimiento en todo momento. Esto también corroboró que constantemente las hojas de las plantas de maíz variaron en su agrandamiento longitudinal y, por tanto, dichas plantas incrementaron su altura hasta cuando apareció y maduró el órgano masculino, ya que después de este evento las plantas terminaron de crecer en longitud de las hojas y altura del tallo, aunque el crecimiento siguió ocurriendo en órganos como el jilote o futura mazorca y los granos que resultaron después de la fecundación de óvulos.

Número de hoja	Plantas evaluadas	04/Ago.	05/Ago.			
		8:00 pm	8:00 am			
Segunda	Planta 1	24.0	27.5			
	Planta 2	30.0	30.5			
	Planta 3	29.0	30.0			
		05/Ago.	05/Ago.	06/Ago.		
		9:00 am	9:00 pm	9:00 am		
Tercera	Planta 1	16.0	18.0	24.0		
	Planta 2	23.5	28.0	32.0		
	Planta 3	24.5	29.5	33.5		
		05/Ago.	06/Ago.	06/Ago.	07/Ago.	07/Ago.
		9:00 pm	9:00 am	9:00 pm	9:00 am	9:00 pm
Cuarta	Planta 1	28.0	32.0	35.0	38.5	42.0
	Planta 2	35.0	37.5	39.0	41.5	44.5

	Planta 3	36.0	40.0	42.0	44.5	47.0	
		09/Ago.	09/Ago.	10/Ago.	10/Ago.	11/Ago.	
		9:00 am	9:00 pm	9:00 am	9:00 pm	9:00 am	
Quinta	Planta 1	31.0	35.0	39.5	44.0	50.0	
	Planta 2	30.0	34.0	38.5	43.5	47.0	
	Planta 3	35.0	39.5	44.5	49.5	54.5	
		13/Ago.	13/Ago.	14/Ago.			
		9:00 am	9:00 pm	9:00 am			
Sexta	Planta 1	55.0	59.0	63.0			
	Planta 2	56.0	59.5	63.0			
	Planta 3	57.0	60.5	64.5			
		14/Ago.	14/Ago.	15/Ago.	15/Ago.	16/Ago.	16/Ago.
		9:00 am	9:00 pm	9:00 am	9:00 pm	9:00 am	
Séptima	Planta 1	44.0	48.0	52.0	55.0	59.0	63.0
	Planta 2	50.0	55.0	61.0	64.0	67.5	71.0
	Planta 3	53.0	57.0	62.5	66.0	70.0	74.0
		16/Ago.	16/Ago.	17/Ago.	17/Ago.	18/Ago.	18/Ago.
		9:00 am	9:00 pm	9:00 am	9:00 pm	9:00 am	
Octava	Planta 1	41.0	44.5	49.0	52.5	56.3	60.0
	Planta 2	56.0	60.0	65.0	69.0	73.0	76.5
	Planta 3	55.0	59.0	64.0	68.0	72.5	76.5
		19/Ago.					
		9:00 am					
	Planta 1	65.0					
	Planta 2	81.0					
	Planta 3	81.0					
		19/Ago.	19/Ago.	20/Ago.	20/Ago.	21/Ago.	21/Ago.

		9:00 am	9:00 pm	9:00 am	9:00 pm	9:00 am	9:00 pm
Novena	Planta 1	46.0	57.5	57.0	62.5	68.0	74.0
	Planta 2	63.0	68.0	75.0	80.5	86.0	93.0
	Planta 3	63.5	69.0	75.0	81.5	87.5	94.0
		21/Ago.	22/Ago.	22/Ago.	23/Ago.	23/Ago.	
		9:00 pm	9:00 am	9:00 pm	9:00 am	9:00 pm	
Décima	Planta 1	53.0	58.0	64.0	68.0	74.0	
	Planta 2	73.5	79.0	85.0	89.0	94.0	
	Planta 3	78.0	82.0	88.0	92.0	99.0	
		23/Ago.	24/Ago.	24/Ago.	25/Ago.	25/Ago.	
		9:00 pm	9:00 am	9:00 pm	9:00 am	9:00 pm	
Onceava	Planta 1	54.0	59.0	64.5	72.0	76.0	
	Planta 2	74.0	80.0	86.0	94.0	98.0	
	Planta 3	84.0	91.5	96.0	103.0	106.0	

Tabla 4: Crecimiento total alcanzado de 11 hojas en tres plantas cultivadas en macetas a partir del 04 de agosto de 2022

En las plantas cultivadas en esta segunda fecha de siembra (03 de agosto), sólo se evaluó el crecimiento de la sexta hoja verdadera, de tal forma que en la planta número uno dicha hoja creció 3.3, 1.7, 2.5, 1.7, 1.7, 1.7 y 0.8 mm/h en las respectivas fechas de 22, 22-23, 23, 23-24, 24, 24-25 y 25 de Agosto de 2022 (Cuadro 5). En la planta dos el alargamiento fue de 3.3, 0.8, 0.8, 0.8, 0.8, 0.8 y 0 mm/h en las respectivas fechas antes mencionadas. En el mismo número de hoja de la planta tres, el crecimiento en las mismas fechas fue de 2.1, 2.9, 1.7, 1.25, 1.25, 1.25 y 0.4 mm/h.

Número de hoja	Plantas evaluadas	22/Ag. 9:00 am	22/Ag. 9:00 pm	23/Ag. 9:00 am	23/Ag. 9:00 pm	24/Ag. 9:00 am	24/Ag. 9:00 pm	25/Ag. 9:00 am	25/Ag. 9:00 pm
Sexta	Planta 1	37.0	41.0	43.0	46.0	48.0	50.0	52.0	53.0
	Planta 2	30.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0	39.0
	Planta 3	32.5	35.5	39.0	41.0	42.5	44.0	45.5	46.0

Tabla 5: Alargamiento total en cm alcanzados por la sexta hoja de tres plantas originadas por siembra realizada el día 03 de agosto de 2022 (segunda fecha de siembra).

En las plantas en que sólo se cuantificó el crecimiento en las hojas cuatro y cinco (Cuadro 6), se pudo conocer que en la planta uno la cuarta hoja creció 3.3 mm/h el día 22 de Agosto, 2.5 mm/h del 22-23 del mismo mes, 3.3 mm/h el día 23, así como 1.7 mm/h del 23-24 de Agosto y 2.1 mm/h el 24 del citado mes; en la planta dos el alargamiento fue de 3.3, 1.7, 1.7, 1.25 y 0.4 mm/h, respectivamente, en las mismas fechas; en tanto que en la planta tres los respectivos promedios fueron 3.75, 2.5, 3.3, 0.4 y 0.8 mm/h.

En la quinta hoja de la planta uno también se observó crecimiento longitudinal de 3.3, 2.5, 2.5, 2.5 y 0 mm/h respectivamente, en las fechas del 23-24, 24, 24-25. 25 y 26 de agosto de 2022 (Cuadro 6). En la planta dos el alargamiento del mismo número de hoja fue de 2.9, 2.5, 2.5, 2.5 y 0 mm/h en las mismas fechas. Mientras que en el mismo número de hoja de la planta tres, el crecimiento en mm/h fue de 3.75, 2.9, 3.3, 0.4 y 0.8 en las fechas antes mencionadas. Los resultados obtenidos con la evaluación en estas dos hojas que también tuvieron crecimiento continuo, al igual que los anteriores, son evidencia de que las plantas C₄, como el maíz, consumen menos energía química contenida en sustancias orgánicas, comparado al total de compuestos que sintetizan a partir de la energía lumínica que fijan en sus hojas, como lo refieren Salisbury y Ross, 2000.

Número de hoja	Plantas evaluadas	22/Ago.	22/Ago.	23/Ago.	23/Ago.	24/Ago.	24/Ago.
		9:00 am	9:00 pm	9:00 am	9:00 pm	9:00 am	9:00 pm
Cuarta	Planta 1	26.0	30.0	33.0	37.0	39.0	41.5
	Planta 2	23.0	27.0	29.0	31.0	32.5	33.0
	Planta 3	28.0	31.0	33.0	35.0	36.0	37.0
		23/Ago.	24/Ago.	24/Ago.	25/Ago.	25/Ago.	26/Ago.
		9:00 pm	9:00 am	9:00 pm	9:00 am	9:00 pm	9:00 am
Quinta	Planta 1	22.0	26.0	29.0	32.0	35.0	35.0
	Planta 2	21.5	25.0	28.0	32.0	34.5	34.5
	Planta 3	28.5	33.0	36.5	40.5	41.0	42.0

Tabla 6: Alargamiento total en cm alcanzados por hojas de plantas provenientes de semillas sembradas el día 11 de agosto de 2022 (tercera fecha de siembra)

Todos los resultados de esta investigación tienen relación con lo estipulado por Anten y Poorter (2009) y Körner (2015), ya que estos autores refieren que la productividad de una especie vegetal se puede empezar a definir desde el inicio del ciclo de producción, misma que es afectada por múltiples factores, como el material genético, medio ambiente y el manejo que se aplique a las plantas. Asimismo, con lo reportado por Benedetto y Tognetti (2016), toda vez que éstos han mencionado que a través del tiempo se producen variaciones en la acumulación de compuestos orgánicos en las partes que constituyen a las plantas. Puesto que en las plantas evaluadas se observó crecimiento continuo en todas las hojas hasta casi su alargamiento total, lo cual sólo pudo ser posible por la ganancia en materia orgánica después del gasto de energía química a través del fenómeno de la respiración.

En plantas C₄ como el maíz, la concentración de CO₂ en las hojas supera a la del O₂ durante el día, de tal manera que el O₂ casi no inhibe el proceso de fotosíntesis como lo hace en plantas C₃ (Salisbury y Ross, 2000), así que el maíz casi no derrochó energía química a lo largo del día, lo que a su vez ocasionó que hora tras hora las plantas de maíz acumularan materia orgánica y no dejaran de crecer durante las horas luz y en la noche, lo anterior tiene relación con la definición de fotorrespiración que hacen Salisbury y Ross (2000), ya que estos autores mencionan que la fotorrespiración consiste en el gasto de energía química de las células en presencia de luz, lo cual sucede en cantidades importantes en plantas C₃, pero no así en plantas C₄, donde puede no suceder o casi no llevarse a cabo, por lo que este tipo de plantas son más eficientes en la acumulación de materia orgánica, así como en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de productos o sustancias útiles (granos, forraje, proteínas, etc.).

CONCLUSIONES

Todas las plantas cultivadas en diferentes fechas de siembra, continuamente expresaron crecimiento longitudinal de las hojas evaluadas casi hasta la madurez y máximo alargamiento y, aunado a ello, el tallo creció verticalmente (en altura) conforme fueron apareciendo las hojas en cada planta, y terminó hasta que ocurrió la formación de espigas y maduración de las mismas, de tal manera que las plantas de maíz crecieron a cada hora del día, pero el alargamiento ininterrumpido de las hojas se hizo muy notorio a las 12 horas después de cada medición en las mismas hoja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar, C. C., Escalante E. J. A. S. y Aguilar M. I. 2015. Análisis de crecimiento y rendimiento de maíz en clima cálido en función del genotipo, biofertilizante y nitrógeno. *Terra Latinoamericana* 33(1): 51-62.
2. Anten, N. P. R. and Poorter H. 2009. Carbon balance of the oldest and most-shaded leaves in a vegetation: a litmus test for canopy models. *New Phytologist* 183(1): 1-3.
3. Di Benedetto, A.; Tognetti, J. 2016. Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 42(3): 258- 282
4. Körner, C. 2015. Paradigm shift in plant growth control. *Current Opinion in Plant Biology* 25,107-114.
5. Salisbury, F. B. y Ross C. W. 2000. *Fisiología de las Plantas*. Paraninfo Thomson Learning, Madrid, España. 988 p.
6. Santos, C. M., Segura A. M. y Núñez L. C. E. 2010. Análisis de crecimiento y relación fuente demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín* 63: 5253-5266.
7. Siddiki, M. Y., Malhotra B., Min X., Glass A. D. M. (2002) Effects of ammonium and inorganic carbon enrichment on growth and yield of a hydroponic tomato crop. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 165:191-197.
8. Woo, R. J. L., Vázquez A. R., Olivares S. E., Zavala G. F., González G. R, Valdez C. R. y Gallegos V. C. 2004. Análisis de crecimiento en maíz (*Zea mays* L.) aplicando lodos activados y urea. *Sistema de producción agropecuaria. Agrofaz* 4: 437-441.