

UN CASO DE TRANSVERSALIDAD CON REGRESIONES Y ECUACIONES EN EL CRECIMIENTO DE UNA PLANTA DE MAÍZ AMARILLO (*ZEAMAYS L.*)

A CASE OF TRANSVERSALITY WITH REGRESSION AND EQUATIONS IN THE GROWTH OF A YELLOW CORN PLANT (*ZEAMAYS L.*)

Luis Alfredo **Andrade-Landeros**¹; Ana Karen **Garcés-Ramírez**² e Imelda **Zayas-Barreras**³

Resumen

Con fines educativos para el aprendizaje de los estudiantes y la relación transversal de las matemáticas con la producción de maíz se desarrolla esta investigación como caso de estudio del Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario 116 (CBTa 116) ubicado en el municipio de Angostura, Sinaloa. El maíz es un producto fundamental del sector primario del municipio y del estado, por lo tanto, se vincula directamente el caso de estudio al contexto, permitiendo así, adquirir un aprendizaje integral del proceso de crecimiento de una planta de maíz amarillo (*Zeamays*) y tomando en cuenta la

transversalidad como punto focal de las matemáticas, por medio de la investigación y puesta en práctica en la siembra de dicha semilla mediante un diseño cuasiexperimental. El proceso a seguir fue la siembra, germinación y monitoreo al crecimiento de la planta registrando los datos en una bitácora durante 18 días. Posteriormente, se desarrolló una tabla y gráficas con resultados de regresión para obtener su ecuación y R^2 (apego a los datos) utilizando el software de Excel generando con ello ecuaciones de tipo exponencial, lineal, logarítmica y potencial. Los resultados obtenidos mostraron que las ecuaciones

¹ Docente-Investigador; Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 116; lalfredo.andrade@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1746-180X>

² Alumna; Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 116; medinaramkrezanakaren32@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4292-446X>

³ Docente-Investigador; Universidad Politécnica del Valle del Évora; imelda.zayas@upve.edu.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5643-5711>

lineales fueron las que más se apegaron al crecimiento que manifestaron las plantas con la ecuación $y = 1.9319x + 0.4582$ y con un R^2 de 0.9893.

Palabras clave: bachillerato, matemáticas, interdisciplinariedad.

Abstract

For educational purposes for student learning and the cross-sectional relationship of mathematics with corn production, this research is developed as a case study of the Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario 116 (CBTa 116) located in the municipality of Angostura, Sinaloa. Corn is a fundamental product of the primary sector of the municipality and the state, therefore, the case study is directly linked to the context, thus allowing, to acquire an integral learning

of the growth process of a yellow corn plant (*Zea mays*) and considering transversality as a focal point of mathematics, through research and implementation in the sowing of said seed through a quasi-experimental design. The process to follow was sowing, germination and monitoring the growth of the plant, recording the data in a logbook for 18 days. Subsequently, a table and graphs with regression results were developed to obtain its equation and R^2 (attachment to the data) using Excel software, thereby generating exponential, linear, logarithmic and potential equations. The results obtained showed that the linear equations were the ones that were most attached to the growth that the plants showed with the equation $y = 1.9319x + 0.4582$ and with an R^2 of 0.9893.

Keywords: high school, mathematics, interdisciplinary.

INTRODUCCIÓN

La producción de maíz es una de las principales actividades económicas del sector agrícola en el Municipio de Angostura, Sinaloa, la importancia que tiene el poder medir y proyectar el crecimiento de una planta que se producen en el contexto, como lo es el maíz amarillo (*Zea mays*), esto es parte crucial en la articulación de ejes transversales educativos del nivel Medio Superior dado el caso de estudio presentado con el enfoque de modelación matemática, mediante la regresión de datos para obtener ecuaciones, con el fin de determinar la más cercana a la relación de estos.

La aplicación de la transversalidad educativa, tomando como eje central las matemáticas; “las matemáticas juegan un papel muy importante en la agricultura y son vitales para todos los agricultores por igual” (Torres, 2021), es muy poco utilizada en la sociedad, sobre todo en el nivel Medio Superior al involucrar estas en conjunto con el uso de tecnología de la información y otras asignaturas en la progresión de los aprendizajes. Lo anterior, relacionado con el campo agrícola en la institución, se vuelve prioritario al contar con carreras técnicas que articulan aprendizajes para la vida, en dónde se vuelve importante saber cómo realizar un proceso de germinación de la planta de maíz amarillo (*Zea mays*), por ser una de las principales fuentes de producción agrícola en nuestro estado.

En la agricultura se pueden aprovechar el uso de las matemáticas sobre la aplicación de regresiones que ayudan a encontrar ecuaciones mediante la alineación de datos que contribuyen en la estimación del crecimiento de la siembra y estas sean exitosas para tomar decisiones oportunas, llevando a cabo la evaluación de cantidad de agua y luz necesaria, las comparaciones costo-beneficio de las cosechas, tiempos de crecimiento, el tipo de semillas que es mejor usar, entre otras cosas. Por lo tanto, la comparación de regresiones permite elegir la mejor ecuación que brinda una tendencia de aproximación de los datos.

En este proyecto se sembró una semilla de maíz amarillo (*Zea mays*) bajo una investigación cuasiexperimental en la Localidad de Colonia Agrícola México, Angostura, Sinaloa, articulando saberes de las matemáticas como enfoque central y de otras asignaturas, lo que permitió sembrar y monitorear mediante una bitácora para evaluar su tendencia de crecimiento desde el tallo y con ello, poder comparar los resultados con ecuaciones de regresión exponencial, lineal, logarítmica y potencial, usando el software de Excel para su elaboración, siendo valoradas para brindar recomendaciones y conclusiones acorde a los resultados obtenidos.

La investigación de los conceptos principales y los aspectos que se deben tomar en cuenta para una siembra adecuada, como lo son: tipo de cultivo, morfología, etc., se identificaron los tipos de maíz, lo que ayudó a seleccionar uno de estos que se sembraría. Se utilizaron semillas de maíz amarillo de alrededor de 1cm de largo, además de suministros esenciales como tierra, agua y luz solar.

También se indagó para saber las condiciones en que era necesario sembrar el maíz, una de ellas fue la temperatura, la cual, oscila de 24.4 a 35.6°C con un ideal de 32 °C, el ciclo de cultivo que dura 120 días, el requerimiento de agua e 600 a 700mm en su ciclo y los suelos más apropiados para la producción de maíz son los suelos francos o franco arcillosos con buen drenaje (Barbaran, 2018), también, se tomó en cuenta la iluminación a través de ondas electromagnéticas para generar el proceso de la fotosíntesis de la planta para su crecimiento, en donde, la clorofila es el pigmento verde de las hojas que es responsable de absorber la energía de RFA (Radiación Fotosintéticamente Activa) que tiene dos puntos críticos de absorción: la luz azul (430 a 500 nm) y roja (630 a 770 nm), las hojas absorben poco verde y lo reflejan de vuelta (Chen, 2023). Por el lado de la química, se requiere de 17 elementos químicos para vivir: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre, calcio, potasio, magnesio, hierro, zinc, manganeso, cloro, cobre, boro, níquel y molibdeno (Pérez, 2017), respecto a las ciencias sociales, la dieta de una población particular forma parte de la memoria colectiva, y no solo comprende la ingesta de alimentos sino también expresa relaciones socioeconómicas y hace patente actos profundamente cargados de simbolismo cultural (Vicente, 2022).

El objetivo de esta investigación es valorar los resultados de las regresiones matemáticas en una planta de maíz sobre las tendencias de crecimiento en su tallo con el fin de proponer cuál es la más acertada mediante la modelación matemática.

La transversalidad

La transversalidad se presenta como un instrumento para enriquecer la labor formativa, conectar los distintos saberes de una manera coherente y significativa; por lo tanto, vincula la escuela con la realidad cotidiana. Dicho en otras palabras, esto implica darle un nuevo sentido a la práctica pedagógica hacia la construcción de un conocimiento capaz de responder a la transformación de los contextos locales, regionales y nacionales (Jauregui, 2018).

El maíz

El maíz, pertenece a la familia de las Poáceas o Gramíneas y es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen, es una planta domesticada y altamente productiva que no crece en forma salvaje por lo que es completamente dependiente de los cuidados del hombre (GOB, 2018).

El nombre científico de este grano es *Zea Mays*, los nahuas de Mesoamérica lo llamaban Centli y durante su propagación por el continente americano adquirió nombres como choclo, jojoto, corn, milho o elote y maíz con la llegada de los españoles a través de la adaptación fonética de mahís (GOB, 2018).

También se cree que en México se concentra el mayor número de variedad de maíz; blanco, azul, gordo, dulce, chiquito, bofo, vendeño, conejo, dulcillo del Noroeste, chapalote y amarillo, son solo algunas de las más de 60 variedades de maíces que forman parte de nuestra alimentación diaria, además de ser utilizado en la actualidad como forraje para la ganadería (GOB, 2018).

La morfología del maíz

La planta tiene dos tipos de raíz, las primarias son fibrosas, presentando además raíces adventicias, que nacen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo, tiene la labor de mantener a la planta firme, sin embargo, por su volumen de raíces superficiales, es susceptible a la sequía, intolerancia a suelos deficientes en nutrientes, y a caídas de grandes vientos (Rivas & Cevallos, 2013).

El tallo es sencillo firme de elevada longitud sin ramificaciones no presenta entrenudos, internamente está compuesto por tres capas: la epidermis, una pared intermedia por donde circulan las sustancias nutritivas y una médula donde almacena sustancias alimenticias en especial glucosa (Rivas & Cevallos, 2013).

Las hojas tienen forma largada, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Internamente enrollada al tallo del cual nacen las espigas o mazorcas y por el haz presenta vellosidades los extremos de las hojas son muy afiliados y cortantes (Rivas & Cevallos, 2013).

La inflorescencia masculina es terminal y se la conoce como panícula, panoja o espiga compuesta por un eje central o raquis y ramas laterales; a lo largo del eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma paralelas y cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas, que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas; en cada florecilla componente de la panícula hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen (Rivas & Cevallos, 2013).

Las inflorescencias femeninas, las mazorcas, se localizan en las yemas axilares de las hojas; son espigas de forma cilíndrica que consiste en un raquis central u olote donde se inserta las espiguillas por pares, cada espiguilla con dos flores pistiladas una fértil y otra infructífera, estas flores se arreglan en hileras paralelas, las flores pistiladas tienen un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo con propiedades estigmáticas donde germina el polen (Rivas & Cevallos, 2013).

Las etapas de crecimiento del maíz (Callava, 2020) VE: El coleóptilo emerge de la superficie del suelo, V1: Es visible el cuello de la primera hoja, V2: Es visible el cuello de la segunda hoja, Vn: Es visible el cuello de la hoja número “n”. (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; “n” generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo.), VT: Es completamente visible la última rama de la panícula, R0: Antesis o floración masculina. El polen se comienza a arrojar, R1: Son visibles los estigmas, R2: Son visibles los estigmas, R2: Etapa de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión, R3: Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco, R4: Etapa masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano, R5: Etapa dentada. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una “línea de leche” cuando se observa el grano desde el costado y R6: Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.

La regresión

La Regresión sobre Componentes Principales (RCP) es un método introducido por Kendall (1957) para combatir la multicolinealidad. Con este método, las variables originales se transforman en un nuevo conjunto de variables incorreladas llamadas componentes principales. Esta transformación clasifica las nuevas variables ortogonales por orden de importancia, es decir, según la contribución que ofrezcan en el modelo, y el procedimiento implica eliminar algunas de dichas componentes para lograr una reducción de la varianza (Deduy, 2019).

Hoy en día en varias partes del mundo como Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, España, entre otros países desarrollados, existen diferentes métodos, técnicas y herramientas tecnológicas destinadas a realizar tareas específicas en los cultivos, gracias al crecimiento inminente de la tecnología en diversos sectores, mejorando el entorno social y comercial, incrementando la competitividad y crecimiento de mercados y de economías. Lo cual, es relevante pensar cómo incrementar el uso de las tecnologías modernas en el campo, para tal objetivo, es necesario indagar y conocer las necesidades de producción particulares de los pequeños agricultores (Botero, 2021).

A través del modelo de regresión logística se encontró que las siguientes variables: educación y tipo de cultivo son las más relevantes, la educación tiene un mayor peso en la adopción e introducción de tecnologías en los cultivos, gracias al conocimiento y la aplicación de diferentes métodos; y el tipo de cultivo es importante porque al pasar de cultivos secanos a cultivos más tecnificados se incrementa el grado de adopción tecnológica (Botero, 2021).

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Se realizó un estudio correlacional de diseño cuasiexperimentales en el cual se menciona que los sujetos no son asignados al azar a los grupo, ni emparejados; sino que dichos grupos ya estaban formados antes del experimento son grupos intactos en el campo (Hernández, Fernández & Baptista, 2010), como en este caso la aplicación en el crecimiento de una planta de maíz amarillo (*Zea mays*) y se recaban las variables mediante una bitácora por 18 días que se realizó en la comunidad de Palmitas, Angostura, ubicada en el estado de Sinaloa (latitud 25°6'32"N y longitud 107°56'38"W), durante el ciclo agrícola primavera-verano 2022, dónde la temperatura oscilaba entre los 37.3°C y los 14.9°C y la humedad relativa de 9 a 95%.

Las variables relacionadas son la medición de la altura de la planta en su tallo por días del maíz amarillo sembrado con exposición al sol.

Se elaboró una bitácora para un monitoreo de la planta de maíz amarillo durante 18 días, la estructura contenida es la fecha y hora del monitoreo, el tamaño de la planta desde la base a la parte más alta de su tallo con la unidad de medida en centímetros utilizando una regla geométrica, se anotaron observaciones en base a la percepción de colores percibidos, la presencia de plagas, la solución de tratar dichas plagas apoyándose por medio de la asesoría de docentes ingenieros agrónomos de la misma institución, brindando alternativas naturales que se describen en ese apartado para combatir las plagas que iban apareciendo, su evolución y finalmente una fotografía como evidencia que muestra la percepción y la evolución de crecimiento de la planta.

Tomando camino hacia un enfoque matemático se generaron distintas ecuaciones (lineal, exponencial, logarítmica, y potencial) para determinar cuál de ellas ayuda a observar la tendencia de crecimiento de cada una de las plantas de acuerdo con los días 40, 50 y 80.

Utilizando la herramienta del software de Excel se crearon tablas con la información del crecimiento de cada una de las plantas, el número de día haciendo referencia a la "X" y los centímetros de la planta como "Y".

El uso de herramientas informáticas para resolver cálculos en cualquier área de estudio es esencial para reducir el tiempo dedicado a realizarlas, dando lugar a la inversión de tiempo en el análisis del problema para un número "n" de soluciones al problema propuesto, pudiendo realizar interacciones múltiples hasta alcanzar un resultado óptimo (López, Vielma, López, Montesinos, 2019).

El software de Excel, funciona y se ejecuta de manera simple con una programación que puede ser usado con fines académicos pudiendo observar la generación de todas las matrices inmersas en los cálculos (López et al, 2019).

Con la ayuda de estas tablas en el software de Excel (Tabla 2) se crearon las gráficas con cada una de las regresiones, asimismo, nos facilita la línea de datos, representando la tendencia de crecimiento de la planta, la ecuación del gráfico y la R^2 de cada una, la cual mide la relación de un modelo de regresión con el ajuste a los datos reales, entre más apegado este al valor de 1, significa que los datos son más certeros a la ecuación propuesta.

Se llevó a cabo la regresión de datos de tipo lineal, logarítmica, exponencial y potencial mediante el uso del software de Excel, obteniendo sus respectivas ecuaciones para posteriormente evaluar su proyección de crecimiento de 40, 50 y 80 días como parte del muestreo de proyección.

Para valorar la mejor regresión de datos se llevó a cabo una comparativa y análisis de los datos arrojados y el valor de R^2 que brinda mediante la herramienta del software de Excel la aproximación de los datos acorde a la ecuación sugerida.

RESULTADOS



La regresión lineal es un modelo matemático que describe la relación entre varias variables. Los modelos de regresión lineal son un procedimiento estadístico que ayuda a predecir el futuro. Se utiliza en los campos científicos y en los negocios, y en las últimas décadas se ha utilizado en el aprendizaje automático (Saavedra, 2023).







La tarea de la regresión en el aprendizaje automático consiste en predecir un parámetro (Y) a partir de un parámetro conocido X (Saavedra, 2023).







Debido a su capacidad para transformar datos, pueden utilizarse para simular una amplia gama de relaciones, y debido a su forma, que es más simple que la de las redes neuronales, sus parámetros estadísticos se analizan y comparan con facilidad, lo que permite que se les extraiga información valiosa (Saavedra, 2023).

A continuación, se presenta la bitácora para la recolección de los datos la cual se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Bitácora de medición de la planta de maíz amarillo (*Zea mays*)

Día-Fecha-Hora	Medición (Cm)	Observaciones	Evidencia
1: 01/mayo/2022 4:00pm.	0.2 cm.	-Plúmula emergida (VE)	
2: 02/mayo/2022 4:00pm	4.5 cm.	-Ha brotado la primera hoja (V1)	

3: 03/mayo/2022 4:00pm.	5.2 cm.	-Ha salido una nueva hoja y se inclinó hacia un lado. (V2)	
4: 04/mayo/2022 4:00pm.	7.8 cm.	-Las dos hojas se inclinan hacia los lados y muestra crecimiento en ambas hojas.	
5: 05/mayo/2022 4:00pm.	10.6 cm.	-Brotó otra hoja en medio de tamaño pequeño. (V3) -La hoja más grande cambió de color a un poco amarillo. -Una de las hojas muestra manchas de color café, mostrando indicios de la plaga de trips, <i>Frankliniella</i> spp. (Thysanoptera:Thripidae). -Hemos comenzado a rociar un repelente de extractos naturales, que contiene cebolla y ajo.	 
6: 06/mayo/2022 4:00pm.	13.2 cm.	-La hoja del medio creció más que el resto. -Una de las hojas se rompió.	
7: 07/mayo/2022 4:00pm.	14.6 cm.	-Las manchas de las hojas han incrementado y se han pasado a la mayoría de las hojas.	

8: 08/mayo/2022 4:00pm.	17 cm.	-La planta ha incrementado su crecimiento.	
9: 09/mayo/2022 4:00pm.	20.2 cm.	-Las hojas siguen creciendo y en unas partes se ven de diferentes tonos de verdes.	
10: 10/mayo/2022 4:00pm.	20.8 cm.	-La plaga se ha expandido y se muestran más manchas en las hojas.	
11: 11/mayo/2022 4:00pm.	22.2 cm.	-Las puntas de las hojas han empezado a secarse y han tomado diferente color.	
12: 12/mayo/2022 4:00pm.	22.5 cm.	-Las hojas siguen creciendo y no se ven avances con respecto a la plaga.	
13: 13/mayo/2022 4:00pm.	24.8 cm.	-Las hojas siguieron secándose, aunque recibían agua. -La planta sigue en crecimiento.	

14: 14/mayo/2022 4:00pm.	27 cm.	-Las manchas en las hojas se ampliaron, pero la planta sigue creciendo.	
15: 15/mayo/2022 4:00pm.	29.3 cm.	-Las hojas se siguen secando y una de ellas tiene un hoyo.	
16: 16/mayo/2022 4:00pm.	31 cm.	-Las hojas se enrollan y sus colores no se ven parejos.	
17: 17/mayo/2022 4:00pm.	32.2 cm.	-La planta sigue creciendo, pero en las puntas de las hojas se ven manchas secas.	
18: 18/mayo/2022 4:00pm.	35.5 cm.	-La planta continúa su crecimiento y no se muestra avances de la plaga.	

Fuente: Construcción propia.

Con los datos de la bitácora se elaboraron las gráficas obteniendo su R^2 (figura 3, 4, 5 y 6) por medio de las regresiones de tipo exponencial, lineal, logarítmica y potencial, así también, se resuelve la ecuación con los días 40, 50 y 80, mismas que se muestran a continuación (Tabla 2, 3, 4 y 5).

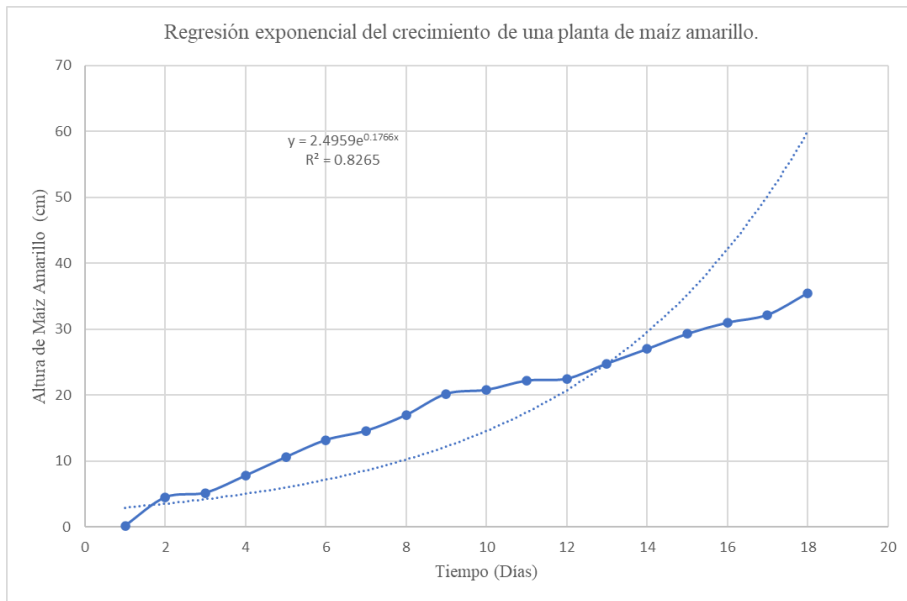


Figura 3. Regresión exponencial del crecimiento de una planta de maíz amarillo.

Fuente: Construcción propia.

Tabla 3. Solución de ecuación exponencial con proyección de crecimiento de 40, 50 y 80 días

Día 40.	Día 50.	Día 80.
$y = 2.4959e^{0.1766x}$	$y = 2.4959e^{0.1766x}$	$y = 2.4959e^{0.1766x}$
$y = 2.4959e^{0.1766(40)}$	$y = 2.4959e^{0.1766(50)}$	$y = 2.4959e^{0.1766(80)}$
$y = 2\ 917.98\text{ cm}$	$y = 17\ 062.68\text{ cm}$	$y = 3\ 411\ 454.79\text{ cm}$

Fuente: Construcción propia.

La proyección de crecimiento de la regresión de datos exponencial tiene un R^2 de 0.8265, lo cual reflejó sobre la ecuación obtenida reflejó que en 40 días tendría un crecimiento de 2917.98 cm., en 50 días 17062.68 cm. y en 80 días 3411544.79 cm.

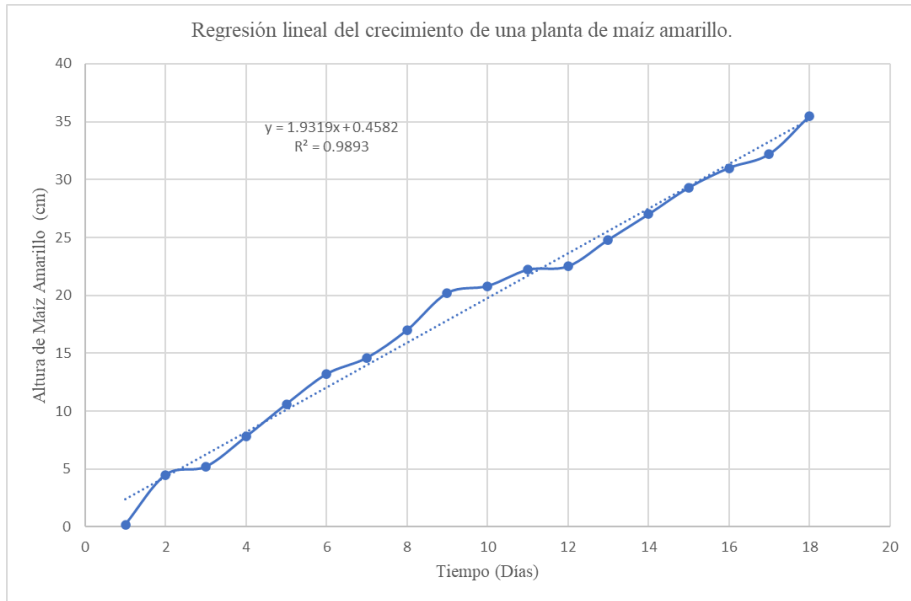


Figura 4. Regresión lineal del crecimiento de una planta de maíz amarillo.

Fuente: Construcción propia.

Tabla 4. Solución de ecuación lineal con proyección de crecimiento de 40, 50 y 80 días

Día 40.	Día 50.	Día 80.
$y = 1.9319x + 0.4582$	$y = 1.9319x + 0.4582$	$y = 1.9319x + 0.4582$
$y = 1.9319(40) + 0.4582$	$y = 1.9319(50) + 0.4582$	$y = 1.9319(80) + 0.4582$
$y = 77.6982 \text{ cm}$	$y = 97.0082 \text{ cm}$	$y = 154.9382 \text{ cm}$

Fuente: Construcción propia.

La proyección de crecimiento de la regresión de datos lineal tiene un R^2 de 0.9893, lo cual reflejó sobre la ecuación obtenida que en 40 días tendría un crecimiento de 77.6982 cm., en 50 días 97.0082 cm y en 80 días 154.9382 cm.

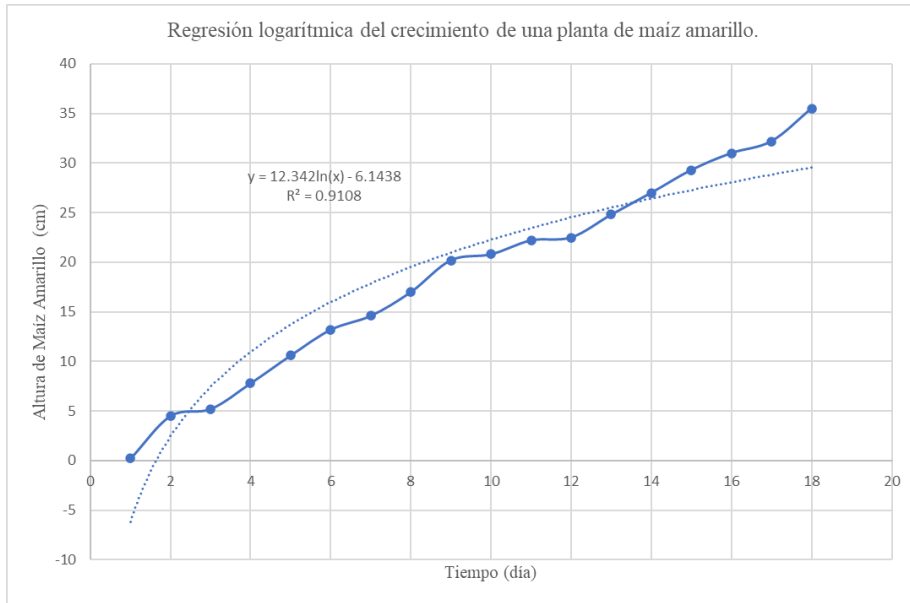


Figura 5. Regresión logarítmica del crecimiento de una planta de maíz amarillo.

Fuente: Construcción propia.

Tabla 5. Solución de ecuación logarítmica con proyección de crecimiento de 40, 50 y 80 días

Día 40.	Día 50.	Día 80.
$y = 12.342\ln(x) - 6.1438$	$y = 12.342\ln(x) - 6.1438$	$y = 12.342\ln(x) - 6.1438$
$y = 12.342\ln(40) - 6.1438$	$y = 12.342\ln(50) - 6.1438$	$y = 12.342\ln(80) - 6.1438$
$y = 39.3843$ cm	$y = 42.1383$ cm	$y = 47.93$ cm

Fuente: Construcción propia.

La proyección de crecimiento de la regresión de datos logarítmica tiene un R^2 de 0.9108, lo cual reflejó sobre la ecuación obtenida que en 40 días tendría un crecimiento de 39.3843 cm., en 50 días 42.1383 cm y en 80 días 47.93 cm.

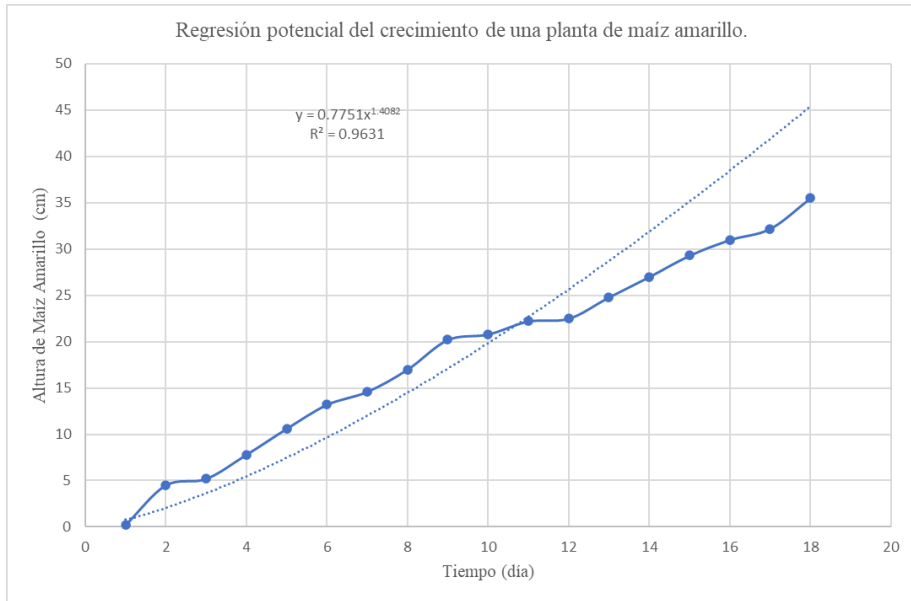


Figura 6. Regresión potencial del crecimiento de una planta de maíz amarillo.

Fuente: Construcción propia.

Tabla 6. Solución de ecuación exponencial con proyección de crecimiento de 40, 50 y 80 días

Día 40.	Día 50.	Día 80.
$y = 0.7751x^{1.4082}$	$y = 0.7751x^{1.4082}$	$y = 0.7751x^{1.4082}$
$y = 0.7751(40)^{1.4082}$	$y = 0.7751(50)^{1.4082}$	$y = 0.7751(80)^{1.4082}$
$y = 139.7586$ cm	$y = 191.3582$ cm	$y = 370.9275$ cm

Fuente: Construcción propia.

La proyección de crecimiento de la regresión de datos potencial tiene un R^2 de 0.9631, lo cual reflejó sobre la ecuación obtenida que en 40 días tendría un crecimiento de 139.7586 cm., en 50 días 191.3582 cm y en 80 días 370.9275 cm.

Tabla 7. Concentrado de datos obtenidos de R² y proyección de 40, 50 y 80 días por tipo de regresión

	R ²	Día 40.	Día 50.	Día 80.
Regresión exponencial.	0.8265	2 917.98 cm	17 062.68 cm	3 411 454.79 cm
Regresión lineal.	0.9893	77.6982 cm	97.0082 cm	154.9382 cm
Regresión logarítmica.	0.9108	39.3843 cm	42.1383 cm	47.93 cm
Regresión potencial.	0.9631	139.7586 cm	191.3582 cm	370.9275 cm

Fuente: Construcción propia.

La regresión R² con mayor aproximación a 1, es la regresión lineal, mostrando una tendencia de proyección más certera al crecimiento normal de una planta de maíz amarillo (*Zea mays*), en segundo lugar, se encuentra la potencial con un R² de 0.9631 con variaciones considerables por arriba del crecimiento de una planta, el resto exponencial y logarítmica muestra resultados muy por arriba, así como la otra muy por debajo respectivamente, así como su R² más alejado a 1.

CONCLUSIONES

La aplicación de transversalidad en el nivel medio superior logra que lo alumnos aprendan matemáticas desde una perspectiva práctica con respecto a su contexto. De acuerdo con la resolución de las ecuaciones obtenidas en el software de Excel, se llegó a la deducción de que las regresiones de tipo lineal son más acertadas en este tema, ya que los resultados de las demás regresiones son muy lejanos a la tendencia de crecimiento aproximado de la planta de maíz.

Conforme a los resultados obtenidos se afirma que el R² que más cerca estuvo de 1, fue el de la regresión lineal, asimismo, la tendencia de crecimiento era la que se presentaba con mayor razonamiento. Los resultados obtenidos mostraron que las ecuaciones lineales fueron las que más se apegaron al crecimiento que

manifestaron las plantas con la ecuación $y = 1.9319x + 0.4582$ y con un R^2 de 0.9893.

Recomendaciones

Se recomienda realizar un monitoreo de más días en la bitácora, para contar con una mejor margen confiabilidad de proyección de crecimiento sobre cada etapa, tomar en consideración la temperatura diaria como otra variable, realizar simulaciones de la velocidad y aceleración del crecimiento de la planta mediante el uso de la primera y segunda derivada dada la ecuación que se obtenga.

LITERATURA CITADA

- Barbaran Saldaña, A. R. (2018). Comportamiento productivo de veinte híbridos experimentales de *Zea mays* L. “Maíz amarillo duro” frente al INIA 616 en un entisol del sector Parahuashá-Callería (Tesis doctoral). Universidad Nacional Intercultural De La Amazonía, Yarinacocha, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unia.edu.pe/bitstream/unia/174/1/TESIS%2003%20DE%20BARBARAN%20SALDA%20C3%91A%20ROCIO.pdf>
- Botero Soto, Y. (2021). Adopción de tecnologías por parte de los agricultores del municipio de La Ceja-Oriente de Antioquia (Tesis Licenciatura). Universidad EIA, La Ceja, Colombia. Obtenido de <https://repository.eia.edu.co/server/api/core/bitstreams/e626c560-133d-45fb-b66b-b2a8aa96bffc/content>
- Callava Tiznado, S. (2020). Caracterización morfológica y selección de diferentes genotipos de maíz (*Zea mays* L.). (Tesis Licenciatura). *Universidad Nacional del Sur*. Obtenido de <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5235/Callava%20Tiznado%20C%20Sofia%20Trabajo%20de%20Intensificaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chen López, J. (07 de 09 de 2023). *La influencia de la luz en el crecimiento del cultivo*. Obtenido de <https://www.phorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-del-cultivo/>
- Deduy Guerra, I. (2019). Regresión sobre componentes principales. (Tesis Licenciatura). Universidad de Sevilla, Sevilla, España. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/90005/Deduy%20Guerra%20Irene%20TFG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- GOB. (2018). *¿Conoces el origen del maíz?* Obtenido de <https://www.gob.mx/aserca/articulos/conoces-el-origen-del-maiz?idiom=es>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ta ed.). México: Mc Graw Hill. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1OzAyRwb_hGWHFOuhs6iWpFv8bstIXLfs/view
- Jauregui Mora, S. (2018). La transversalidad curricular: algunas consideraciones teóricas para su implementación curricular. *Revista Boletín Redipe*, 7(11), 65-81. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6729074.pdf>
- López, N., Vielma, J., López, L., & Montesinos, V. (2019). Uso de macros en microsoft excel para analizar estructuras planas. *Revista Internacional De Ingeniería De Estructuras*, 24(1), 123–139. Obtenido de <https://doi.org/10.24133/riie.v24i1.1169>
- Pérez Leal, F. (2017). *Fisiología Vegetal. Parte III. Nutrición Mineral*. Obtenido de <https://biblioteca.unu.edu.pe/wp-content/uploads/2016/06/LIBRO-P12.pdf>
- Rivas Ortíz, R., & Cevallos Morales, E. (2013). Diagnóstico sobre la comercialización del maíz amarillo. (Tesis Licenciatura). *Universidad de Guayaquil*. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12385/1/Diagn%C3%B3stico%20sobre%20la%20comercializaci%C3%B3n%20del%20maiz%20amarillo.pdf>
- Saavedra, J. (2023). Regresión Lineal: teoría y ejemplo. Obtenido de <https://ebac.mx/blog/regreson-lineal>
- Torres Castillo, R. (2021). Importancia de las ciencias matemáticas en la agricultura. *Green World J* 4:6. Obtenido de <https://doi.org/10.53313/gwj42008>
- Vicente, M. (2022). *Cuáles son los beneficios del maíz*. Obtenido de <https://www.mundodeportivo.com/uncomo/salud/articulo/cuales-son-los-beneficios-del-maiz-26246.html>

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 116 y sus autoridades, al Director del Plantel; Ing. Ernesto Guadalupe Urquidez Domínguez y la Subdirección Académica; Arq. Mónica Esquerro Espinoza, por apoyar las iniciativas de investigación. A los alumnos y alumnas, por ser partícipes de esta dinámica de trabajo en fomentar la transversalidad vinculando la ciencia y tecnología. Así también, reconocer a las alumnas involucradas en el desarrollo del proyecto; Alcalá Sánchez Sara Edith, Gasca Ramos Yanithzi Lizeth, Leal Galaviz Sherlyn Mayrin y López Nolazco Gabriela Yuridiana.

A nuestras familias por estar presentes en cada momento de nuestro trayecto de investigación, a los padres de familia que son el soporte de sus hijos como estudiantes, a los diversos docentes del CBTa 116 que apoyaron con brindar pláticas sobre el tema y dieron cimientos a los estudiantes de forma progresiva para que ellos tuvieran mayor visión en la realización de este proyecto conjunto y al Enlace Estatal de la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar (DGETAyCM); Mtra. Ana Rosa López Pimentel, por impulsar la investigación como parte central de los objetivos en Sinaloa.

SÍNTESIS CURRICULAR

Luis Alfredo Andrade Landeros

Ingeniero industrial por el Instituto Tecnológico de Culiacán (ITC), Maestro en Administración de Negocios por el TecMilenio, Doctor en Innovación y Administración Educativa por el Centro Universitario de Ciencias e Investigación (CUCII). Secretario Estatal de Investigación de la DGETAyCM en Sinaloa y Asistente Investigador ante CONFIE, Jefe de Departamento de Formación Docente y Docente Físico-Matemático del CBTa 116. Publicó un artículo científico en la Revista Latinoamericana de Educación y Estudios Interculturales. Tiene experiencia en Educación Superior en la Universidad Politécnica del Valle del Évora (UPVE) y en el Centro Universitario de Ciencias e Investigación (CUCII), así como en el rubro empresarial.

Ana Karen Garcés Ramírez

Cursa actualmente el 6to semestre de Bachillerato, en donde lleva una carrera como técnico en ofimática en el Centro de Bachillerato Tecnológico

Agropecuario No. 116 (CBTa 116) “Leodegario Moreno Chávez”, ubicado en Colonia Agrícola México, en el municipio de Angostura, Sinaloa. Dentro de sus logros se ha destacado por tener un promedio de excelencia e ir en representación de su escuela en diferentes concursos. Participó como ponente en el 15° Foro Estatal y 7° Foro Regional de Investigación y Experiencias Educativas y Productivas en la ciudad de Morelos en 2022, ganadora del 2do Lugar en Ciencia Básicas en la Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías, Sinaloa 2022.

Imelda Zayas Barreras

Rectora y Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Politécnica del Valle del Évora (UPVE), Miembro del Sistema Nacional de Investigadores: Nivel 1, autor de libros: Los clústers empresariales: Factor de competitividad y desarrollo para las PYMES de Sinaloa; La innovación, competitividad y desarrollo tecnológico en las MIPyME's: Una forma de desarrollo y Análisis organizacional del sector pesquero en Angostura, Sinaloa; Autor de capítulos de libros y artículos en revistas indexadas; Integrante del Comité de Diseño Curricular bajo el Modelo EBC y líder del Cuerpo Académico Administración y aplicación de TIC's.