



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

**COMPLEJO REGIONAL NORTE-SEDE TETELA DE OCAMPO
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL**

**FERTILIZACIÓN FOLIAR NANOTECNOLÓGICA EN EL CULTIVO DE
MAÍZ (*Zea mays*)**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**PRESENTA:
JIMENA CRUZ LÓPEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:
M.C BENJAMÍN BARRIOS DÍAZ**

TETELA DE OCAMPO, PUEBLA, DICIEMBRE DEL 2019



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

**COMPLEJO REGIONAL NORTE-SEDE TETELA DE OCAMPO
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL**

**FERTILIZACIÓN FOLIAR NANOTECNOLÓGICA EN EL CULTIVO DE
MAÍZ (*Zea mays*)**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**

PRESENTA:

JIMENA CRUZ LÓPEZ

DIRECTOR DE TESIS:

M.C BENJAMIN BARRIOS DÍAZ

ASESORES:

M.C GLORIA VÁZQUEZ HUERTA

M.C. MARIA DEL ROSARIO HERNÁNDEZ TAPIA

TETELA DE OCAMPO, PUEBLA, DICIEMBRE DEL 2019

La presente tesis titulada **Fertilización foliar nanotecnológica en el cultivo de maíz (*Zea mays*)** realizada por Jimena Cruz López, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el Título de:

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROFORESTAL

Complejo Regional Norte, Sede Tetela

Consejo particular integrado por:

Firma

Director: M.C. Benjamín Barrios Díaz

Asesora: M.C. Gloria Vázquez Huerta

Asesora: M.C. María del Rosario Hernández Tapia

Benito Juárez, Tetela de Ocampo, Puebla. Diciembre 2019

El presente trabajo forma parte del cuerpo académico denominado “**sistemas agroforestales y agrícolas sostenibles**” y de la línea de investigación **Agroforestería y manejo de cultivos** dicho trabajo, fue financiado por: **la empresa Teza**, agricultura sustentable. S.A de C.V, y con recursos propios.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por darme salud y fuerzas para no rendirme nunca, por darme la oportunidad de ser mejor persona cada día.

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) por darme la oportunidad de pertenecer en esta institución, que durante todos estos años me aportó herramientas necesarias para forjar mi futuro, especialmente a la sede de Tétela de Ocampo.

Al M.C Benjamín Barrios Díaz, director de esta tesis, por el apoyo y la confianza aportándome parte de su gran conocimiento, le agradezco toda su paciencia.

A mi asesora la M.C Gloria Vázquez Huerta, por apoyarme, aconsejarme y ser un gran ejemplo de superación, por motivarme a ser cada día mejor y hacerme creer que nada es imposible.

A mi asesora la M.C. Rosario Hernández Tapia, por la gran paciencia y apoyo que me mostro dentro de mi formación profesional.

Al Dr. Francisco Domínguez Hernández[†] por ser un gran ser humano, que nunca se rindió ante nada ni nadie, por aconsejarnos y hacernos entender que aquella persona que no se atreve a algo nuevo, no podrá disfrutar de todas las oportunidades que la vida presenta.

DEDICATORIAS

A mis padres Andrés y Marta por ser mi fortaleza y motivación, por enseñarme que en esta vida todo aquello que tiene un esfuerzo tendrá una recompensa. Por ser el motor de mis sueños, los Amo infinitamente.

A mis hermanos Gaby, Marlen y José María, por estar conmigo siempre, por dejarme ser como una amiga en la que pueden confiar siempre, sencillamente gracias por ser mis compañeros de toda la vida, y cómplices de miles de aventuras, los adoro.

A ti José Luis, por el gran apoyo que me brindas, por escucharme, comprenderme, amarme y estar ahí cada vez que te necesito, gracias por todo el inmenso amor que siempre me has demostrado por todo esto y más Te Amo. Gracias a tu familia por apoyarme y quererme como lo hacen.

A mi amiga Ana Silvia, que ha estado conmigo todos años de universidad, compartimos aprendizajes, viajes, tareas, errores y mucho más, por siempre sacarme una sonrisa, la universidad fue mucho más divertida teniéndote siempre como cómplice, amiga y equipo, te quiero mucho.

A Denis y Lupita, por ser unas buenas compañeras de clases y amigas, gracias por apoyarme siempre que lo necesitaba.

A toda la generación 2014, gracias por la solidaridad que siempre hubo dentro del aula. Por hacer que los viajes de estudios fueran únicos eh inolvidables.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
SUMMARY.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVO.....	2
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III. HIPÓTESIS.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1. El maíz.....	5
4.2. Posición taxonómica del maíz.....	5
4.3. Crecimiento y desarrollo.....	6
4.4. Etapas de desarrollo del maíz.....	6
4.4.1. Etapa vegetativa.....	6
4.4.2. Etapa reproductiva.....	6
4.4.3. Germinación y emergencia.....	7
4.4.4. Etapas vegetativas tempranas (de V1 a V5).....	8
4.4.5. Etapas vegetativas intermedias (de V6 a V7).....	8
4.4.6. Etapas vegetativas tardías (de V12 a VT).....	8
4.4.7. Etapa de transición (de VT a R1).....	8
4.4.8. Etapa de aparición de estigmas (R1).....	8
4.4.9. Etapa de grano lechoso (R3).....	9
4.4.10. Etapa de grano pastoso.....	9
4.4.11. Etapa de grano dentado (R5).....	9
4.4.12. Madurez fisiológica (R6).....	9
4.5. Requerimientos nutricionales del maíz.....	10
4.6. Nanotecnología.....	11
4.7. Antecedentes de la nanotecnología.....	11
4.8. Nano Green Sciences.....	12
4.8.1. Ventajas.....	13

4.8.2. Desventajas.....	14
4.9. Fertilización foliar.....	15
4.9.1. Factores que afectan la fertilización foliar.....	16
4.9.1.1. Asociados con la planta.....	16
4.9.1.2. Asociados con la solución	16
4.10. Categorías de la fertilización foliar.....	17
4.10.1. Fertilización correctiva.....	17
4.10.2. Fertilización preventiva.....	17
4.10.3. Fertilización sustitutiva.....	18
4.10.4. Fertilización complementaria.....	18
4.10.5. Fertilización complementaria en estado reproductivo.....	18
4.10.6. . Fertilización estimulante.....	18
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
5.1. Área de estudio.....	19
5.2. Clima.....	20
5.3. Actividades realizadas.....	20
5.4. Material vegetal.....	21
5.5. Fertilizantes.....	21
5.6. Descripción del experimento.....	23
5.7. Variables evaluadas.....	25
5.7.1. Altura.....	25
5.7.2. Diámetro de tallo.....	25
5.7.3. Área foliar.....	25
5.8. Diseño de plantación.....	26
5.8.1. Análisis y diseño experimental.....	27
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
6.1. Altura de la planta.....	28
6.2. Diámetro de tallo.....	30
6.3. Área foliar del maíz.....	31
VII. CONCLUSIONES.....	32
VIII. LITERATURA CITADA.....	33
XI. ANEXOS.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Lista de cuadros	Página
1	Etapas vegetativas y reproductivas del maíz.....	7
2	Partes de la plántula de maíz.....	10
3	Requerimientos y extracción en grano de nutrientes para producir una tonelada de grano de maíz.....	10
4	Algunos valores de referencia para estimar la tasa de absorción de elementos vía foliar.....	17
5	Características del tipo de semilla A7573.....	21
6	Información general de productos orgánicos empleados de Arvensis®.....	22
7	Dosis de fertilización foliar en <i>Zea mays</i>	24
8	Diseño de plantación en orden por bloque y tratamiento.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

figura		Página
1	Principales aplicaciones de la nanotecnología.....	12
2	La nanotecnología en la agricultura.....	14
3	Ubicación del experimento en el municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.	19
4	Delimitación de bloques para tratamientos.....	23
5	Fertilización foliar en Maíz (<i>Zea mays</i>). A y b preparación de fertilizantes c y d fertilización foliar.....	25
6	Ilustración de funcionamiento del programa ImageJ.....	26
7	Material utilizado para medir variables.....	27
8	Altura (cm) de la planta de maíz, mediante la aplicación de fertilizantes foliares, en cuatro fechas de evaluación.....	29
9	Diámetro de tallo de maíz mediante la aplicación de fertilizantes foliares, evaluados en cuatro fechas distintas.....	30
10	Área foliar de hojas de maíz con la aplicación de fertilizantes foliares en cuatro fechas de evaluación.....	31

FERTILIZACIÓN FOLIAR NANOTECNOLÓGICA EN EL CULTIVO DE MAÍZ

(*Zea mays*)

RESUMEN.

El cultivo de maíz en el municipio de Tetela de Ocampo Puebla, es aprovechado en un 80% para autoconsumo, debido a las pocas superficies planas, ya que la mayoría de las parcelas tienen pendientes muy inclinadas llamadas (laderas). El objetivo de este trabajo es evaluar el crecimiento y desarrollo de la planta de maíz con la aplicación de fertilizantes foliares nanotecnológicos y comerciales (Nano Green, AgriBat[®], Supra Carb Plus[®], Supra Hormonal Lux[®]). La investigación del trabajo se llevó a cabo en la comunidad de Zoyatitla perteneciente al municipio. La parcela tiene un aproximado de 350 m² dividido en tres bloques cada uno de ellos tiene seis tratamientos. La aplicación de fertilizantes se hizo cada 15 días, las mediciones fueron cada 20 días, evaluando tres variables, diámetro de tallo, área foliar y altura de la planta. El índice de área foliar fue obtenido por el programa de ImageJ. Los resultados obtenidos para cada una de estas variables, mediante el programa estadístico de Minitab 18. Los resultados obtenidos en altura de maíz, podemos decir que a menor concentración de Nano Green a 2 mL/L, es mejor que una concentración de 5 mL/L. los resultados obtenidos para diámetro de tallo el tratamiento con mejor resultados o tienen Nano Green, en este caso uno de los fertilizantes comerciales son biostimulantes lo cuales aportan giberelinas y citosinas a la planta ayudando al brote de yemas y crecimiento de la planta. Los resultados en cuanto a área foliar, en la última etapa de medición las plantas no tuvieron diferencia significativa, quiere decir que incluso el testigo obtuvo el mismo índice de área foliar, concluyendo que Nano Green como fertilizante nanotecnológico no tuvo un resultado significativo, respecto a las variables evaluadas, es decir la dosis aplicada no fueron eficientes en cada una de ellas.

Palabras clave: Granos básicos, nutrición foliar, nanotecnología

NANOTECHNOLOGICAL FOLIAR FERTILIZATION IN THE CORN CULTURE

(*Zea mays*)

SUMMARY

The corn cultivation in the town Tetela de Ocampo Puebla about 80 % of the crops are use for self consumption. Due to the few flat surfaces, most of the plats have very steep parcels called slope. The objectivity of this work is to evaluate the growth and development of the corn plant with the application of nanotechnology and commercial foliar fertilizer (Nano Green, Agri Bat®, Supra Carb Plus®, Supra Hormonal Luz®). The investigation was carried out in the village of Zoyatitla pertain to the town. The plats have approximately 300 m² divided into 3 blocks, each one of them has 6 treatments. Every 15 days the fertilizer was applied to the corn. The measurements were taken every 20 days evaluating 3 variables: the stem variable, leave area and plant height. The leave area index was obtained by the program ImageJ. Using the statistical program of Minitab the results were obtained from each of the variables. Due to the results obtained of corn height, we can say that a lower concentration of nano green at 2mL/ L it is better than any concentration of 5mL/ L. The results obtained for stem diameter, shows that the treatment with the best results are the ones with less nano green. In this case of the commercial fertilizers are bio stimulants which contribute gibberellins and cytosine's to the plant helping to the sprout of the buds and growth. Regarding the foliar area, the results shows that in the last stage the measurements of plants did not have significant difference. Meaning that the control obtained have the same index of foliar area. Concluding that none green Nano technological fertilizer did not have a significant result. Regarding to the variables evaluated the milliliter applied in each of them were not efficient.

Key words: basic grains, leaf nutrition, nanotechnology.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es una gramínea anual originaria de México y América Central hace aproximadamente hace 9000 años (Kato, 2013).

Los cultivos cuyo centro de origen y diversidad es México, el maíz (*Zea mays* L.) es el de mayor importancia a escala nacional y mundial, tanto por la superficie sembrada como por el volumen de producción (FAO, 2009), y su diversidad de usos (CONABIO, 2008).

Dentro de la diversidad de maíz de México, uno de los grupos de mayor interés es el denominado “Tipo de México Central” (Kuleshov, 1981, citado por Rocandio *et al.* en el 2014), también conocido como Complejo Piramidal Mexicano. Este grupo incluye a las razas: Palomero Toluqueño, Arrocillo Amarillo, Cónico, Elotes Cónicos, Cacahuacintle y Chalqueño, todas ellas cultivadas en Valles Altos, más la raza Purépecha descrita por Mijangos-Cortés *et al.*, (2007).

Estados Unidos es el país que produce más del 35% del total de granos de maíz del mundo, ocupando el primer lugar con un 38.11% de exportación a nivel mundial, enseguida Argentina con un 16.63% y finalmente México está dentro de los países con menor exportación, con un 1.66% (SAGARPA, 2017). De acuerdo con SIAP en el 2019 el maíz se cultiva en 28 estados de la república mexicana, ocupando Sinaloa el primer lugar con 5,942,008 toneladas, y Puebla ocupa el décimo sexto lugar con 40,988 toneladas.

Prácticamente 3 millones de personas trabajan en el cultivo del maíz, equivalente a más del 40% de la fuerza de trabajo del sector agrícola o cerca de un ocho por ciento del total de la fuerza laboral de México. Estas cifras equivalen a unos 18 millones de personas (UNAM, 2007; SAGARPA, 2008).

El maíz durante su proceso de crecimiento y desarrollo se identifica de maneras distintas como lo son: Las etapas fenológicas donde se identifica o determina la etapa por la cual atraviesa la planta se determinan de la siguiente manera:

Un punto importante dentro del desarrollo del maíz, está la manera en que nosotros los humanos contribuimos a que esta planta tenga un crecimiento mejor; es decir las condiciones de clima, suelo y fertilización. Dentro de todo ello abordaremos el tema de la nanotecnología

relacionado con la agricultura donde obtenemos como resultado la agro nanotecnología la cual busca métodos eco-amigables para mejorar la eficiencia y sustentabilidad de las prácticas agrícolas modernas. La finalidad de combinar la nanotecnología a la agricultura pretende mejorar el cultivo sin dañar el suelo ni contaminar el ambiente.

El término nanotecnología se refiere a una amplia área de la actividad tecnológica enfocada en la ingeniería y la manipulación de objetos en la nano-escala, hasta 100 nanómetros en tamaño. Esto es un avance significativo para la humanidad, por crear una tecnología que no daña el ambiente, (Sinfontes, 2014).

El municipio de Tetela de Ocampo la mayoría de las personas productoras se enfocan en obtener maíz, para autoconsumo y pocas personas para comercio debido también a las condiciones de suelo, puesto que los terrenos no son planos existe mucha pendiente, la producción obtenida es utilizada como forraje para alimentación de ganado eh incluso como soporte para la realización de tamales, sin embargo, se enfocan en producir, pero no en cuidar su suelo y utilizan productos que además de contaminar el ambiente, dañan el suelo de su parcela provocando infertilidad en ella. Para ello se aplicaron diferentes dosis de fertilizantes por grupo de plantas y fertilizantes distintos. Es por eso que la iniciativa de usar un método de fertilización distinta y amigable con el ambiente pueda crear conciencia de que no solo son cantidades sino calidad y recuperación o mantenimiento de su suelo de producción, y de esta manera contribuir a mejorar nuestras parcelas agrícolas.

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

- Evaluar el crecimiento y desarrollo de la planta de maíz con la aplicación de fertilizantes foliares nanotecnológicos

-

2.2.Objetivos específicos

- Evaluar el crecimiento vegetativo de maíz con un fertilizante nanotecnológico y un comercial.
- Determinar el área foliar de la hoja de maíz mediante la aplicación ImageJ.

III. Hipótesis

La fertilización del maíz con productos foliares nanotecnológicos incrementará el crecimiento y desarrollo en *Zea mays*.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. El maíz

Existen alrededor de 60 razas catalogadas en México están distribuidas a lo largo del país.

El maíz es, uno de los tres granos básicos que alimentan a la humanidad, tuvo su origen y diversificación inicial en las montañas y valles de México, por medio de la intervención de los antiguos pobladores de este territorio en un proceso co-evolutivo que condujo a la formación de una de las plantas cultivadas de mayor diversidad genética, cuya riqueza aún se mantiene en este país, principalmente por los productores del medio rural (Kato *et al.* 2009).

Es una planta hermafrodita, es decir; produce flores masculinas (panoja), vulgarmente conocido como espigón, penacho y jilote. La cual produce polen y la flor femenina (mazorca) produce los óvulos que se convierten en la semilla. Ambas se encuentran en la planta, pero separadas (CONACYT, 2019).

En términos de producción, la panoja puede producir más de 1 000 000 de granos de polen, y la mazorca puede producir más de 1000 estigmas. En consecuencia, hay aproximadamente de 1000 a 1500 veces más granos de polen que estigmas producidos. En teoría, de 20 a 30 plantas podrían fertilizar todos los estigmas en 0,405 hectáreas, pero no todo el polen desprendido por una planta cae en un estigma. El polen es desprendido de una forma no consecutiva, este proceso dura de cinco a ocho días, cuando existen las condiciones favorables, el polen es desprendido en las primeras horas de la mañana, el promedio de vida de un grano de polen es de 20 minutos después de desprenderse, alcanzando una distancia de 6 a 15 m. Los estigmas emergen a los cinco días, continúa creciendo hasta los siete días, estudios de investigación han demostrado que un mínimo de cinco granos de polen debe caer en cada estigma. (Santoyo, 2004).

4.2. Posición taxonómica del maíz

El maíz (*Zea mays*) es una especie de gramínea anual originaria de América e introducida en Europa en el siglo XVII. Actualmente, es el cereal con el mayor volumen de producción a nivel mundial, superando incluso al trigo y al arroz.

Es una planta monocotiledónea, anual de las familias de la gramínea oriunda de América, (Medina, 2015).

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia	panicoideae
Tribu:	Andropogoneae
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>Zea mays</i>

4.3.Crecimiento y desarrollo

El crecimiento se incrementa mediante condiciones de crecimiento favorables como lo son la humedad, nutrientes y temperatura adecuados. Se afecta su desarrollo cuando la planta crece con temperaturas anormales, falta de nutrientes y falta de humedad. Sin embargo, la radiación solar es algo vital para el crecimiento y desarrollo de la planta, sus hojas son quienes absorben la luz solar la cual será la encargada de la fotosíntesis (Hochholdinger *et al.*, 2004).

4.4. Etapas de desarrollo del maíz.

- 4.4.1.** En la **etapa vegetativa**; se caracteriza por la presencia del cuello de una hoja en hojas emergidas. La hoja del maíz está compuesta por tres partes principales que son; la vaina el cuerpo y el cuello El cuerpo es la parte plana de la hoja que intercepta la luz solar; la vaina es la parte que se envuelve alrededor del tallo; y el cuello es la línea de demarcación entre el cuerpo y la vaina, normalmente con una curva definida. Cuando un cuello es visible, la hoja se considera completamente emergida y se cuenta en el esquema de etapas (Abendroth, 2011).
- 4.4.2. Etapa reproductiva.** se caracterizan por la emergencia de granos en desarrollo en la mazorca, el híbrido promedio del “cinturón de maíz” desarrollará estigmas (R1) Aproximadamente de 60 a 65 días calendario (1400 GDD) después de la VE y alcanzará la madurez (R6) aproximadamente de 125 a 130 días calendario (2800

GDD) después de la VE. Los híbridos de maíz varían en el tiempo requerido para alcanzar la madurez fisiológica cuando se calculan mediante el uso de los días calendario o GDD, (Abendroth, 2011).

A continuación, se presenta un cuadro con las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo del maíz, las cuales se describirán una a una posterior al cuadro.

Cuadro 1. Etapas vegetativas y reproductivas del maíz

Etapas vegetativas		Etapas reproductivas	
VE	Emergencia	RI	Aparición de estigmas
V1	Primer hoja	R2	Ampolla
V2	Segunda hoja	R3	Grano lechoso
V3	Tercera hoja	R4	Grano pastoso
V(n)	Enésima hoja	R5	Grano dentado
VT	Aparición de panojas	R6	Grano maduro

4.4.3. Germinación y emergencia (VE)

Las temperaturas de suelo deben estar propicias para un buen proceso de germinación aceptando hasta 10° C. Poco después de que la radícula emerge, de tres a cuatro raíces adicionales emergen de la semilla. Estas raíces y la radícula forman el sistema de raíces seminales que actúa en la absorción de agua y algunos nutrientes para la plántula. La planta de maíz demuestra la emergencia “hipógea”, en la que el cotiledón permanece debajo de la superficie. El mesocotilo, o primer nodo interno, se alarga y empuja la punta del coleóptilo hacia la superficie del suelo. Cuando el coleóptilo rompe la superficie del suelo, se ha producido la emergencia (VE), (Leal, 2005).

4.4.4. Etapas vegetativas tempranas (de V1 a V5)

En esta etapa hay un mínimo de elongación del tallo, y esto depende de las condiciones de suelo como la temperatura, ya que este crecimiento estará por debajo de la superficie, donde se iniciarán los brotes de las hojas y la mazorca, hasta el brote número 13, se iniciarán los nuevos brotes por encima de la superficie siendo estos el tejido reproductivo.

Por otro lado, se desarrollan las raíces permanentes unas se hayan por debajo de la superficie y otras por encima estas se encargan del soporte de la planta y también de la absorción de nutrimentos, (CONACYT, 2019).

4.4.5. Etapas vegetativas intermedias (de V6 a V11)

En esta etapa la elongación de nodo interno es muy rápido por lo cual es muy común que las primeras hojas incluido las hojas verdaderas sean desprendidas y desintegradas con mayor facilidad, una manera de identificar esta etapa es identificando la sexta hoja, buscando el nodo bajo la superficie del suelo, y será más fácil si el suelo no ha sido removido, puesto que deberá buscarse el nodo número seis, contando la cantidad de nudos en forma sucesiva. (Leal, 2005).

4.4.6. Etapas vegetativas tardías (de V12 a VT)

Se determina por la longitud de la mazorca (número de granos por hilera) pero el estrés de la planta puede reducir este proceso, por lo cual se podrá determinar después del desarrollo completo de la planta, (CONACYT, 2019).

4.4.7. Etapa de transición (de VT a R1)

En esta etapa el brote de mazorca se convierte en dominante pues ha iniciado la producción (R1), y ocurre cuando la última rama de panoja ha emergido, es decir; la planta se ha desarrollado completamente alcanzando su altura máxima (VT).

4.4.8. Etapa de aparición de los estigmas (R1).

Ocurre cuando los estigmas ya son visibles fuera de las chalas, la polinización ocurre cuando el polen cae sobre los estigmas y dura un tiempo aproximado de 24 horas para que el crezca y llegue al ovulo y así generar la fertilización, convirtiéndose el ovulo en un grano. En este periodo

es el más importante para el desarrollo de granos hasta para el rendimiento, y también es un buen momento puesto que el estrés disminuye de manera significativa.

4.4.9. Etapa de grano lechoso (R3)

Ocurre cuando los estigmas se tornan de un color amarillento o blanco en su mayoría en híbridos, y en color blanco y naranja amarillento en los híbridos indios. Esto ocurre generalmente a los 22 días. En esta etapa el elote se llena completamente de granos, acumulando un 80% de humedad y también es muy alta la probabilidad de sufrir estrés.

4.4.10. Etapa de grano pastoso (R4).

Finalmente, los granos obtienen un color final y alrededor de la mitad de su peso seco maduro, con una humedad del 70%, provocando que el líquido interior se espese formando una consistencia pastosa. El grano de maíz toma la coloración correspondiente al híbrido al que pertenece.

4.4.11. Etapa de grano dentado (R5)

Representa la mitad de ciclo reproductivo, aquí el núcleo más suave pierde humedad, formando una hendidura en la parte superior del grano, estas hendiduras corresponden a la genética y condiciones de crecimiento, los híbridos indios producen muy poca debido a que contienen almidón duro y no se contraen.

4.4.12. Madurez fisiológica (R6)

La humedad de los granos es de un 35%, han alcanzado su madurez fisiológicamente y su peso seco máximo. Las células en la punta del grano pierden su integridad y caen, y se forma una capa color marrón a negra, denominada "capa negra". A través de ella no puede salir ni entrar más humedad ni almidón, lo que sucede es perder más humedad a causa de la evaporación. El siguiente cuadro muestra la composición de una plántula de maíz.

Cuadro 2. Partes de la plántula de maíz.

Cubierta de la semilla (pericarpio)	Comprende del 5% al 6% por ciento del peso total de la semilla
Endospermo (almidón)	Comprende el 83% del peso total de la semilla y está compuesto de una capa externa de almidón duro que rodea un núcleo interno más suave de almidón
Embrión (germen)	Comprende el 11 por ciento del peso total de la semilla y consta de una plúmula (planta embrionaria) y el escutelo (cotiledón u hoja de la semilla)
Coleóptilo	Vaina protectora que rodea el brote emergente
Mesocotilo	Primer nodo interno o parte de la raíz entre el cotiledón y el primer nodo
Radícula	Raíz de la semilla o raíz principal
Coleoriiza	Vaina protectora que rodea la radícula

4.5. Requerimientos nutricionales del maíz

Un cultivo de maíz de 12000 kg/ha de rendimiento necesita absorber aproximadamente 264, 48 y 48 kg/ha de nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S), respectivamente, (García 2018). El cuadro 3 muestra los requerimientos por tonelada de cada nutriente.

Cuadro 3. Requerimientos y extracción en grano de nutrientes para producir una tonelada de grano de maíz.

Nutriente	Requerimiento Kg/ton	Índice de cosecha	Extracción g/ton
Nitrógeno	22	0.66	14.5
Fosforo	4	0.75	3.0
Potasio	19	0.21	4.0
Calcio	3	0.07	0.2
Magnesio	3	0.28	0.8
Azufre	4	0.45	1.8
	g/ton		g/ton
Boro	20	0.25	5
Cloro	444	0.06	27
Cobre	13	0.29	4
Hierro	125	0.36	45
Manganeso	189	0.17	32
Molibdeno	1	0.63	1
zinc	53	0.50	27

4.6. Nanotecnología

4.7. Antecedentes de la nanotecnología

La NT ha estado presente en la civilización desde la antigüedad y con el paso del tiempo ha ido creciendo a pasos agigantados, particularmente a partir de la década de 1980 y manteniéndose hasta la fecha

Los orígenes de la nanotecnología remontan desde las investigaciones por el físico estadounidense, Richard Phillips Feynman, ganador del premio Nobel de Física. Dentro de los acontecimientos importantes para el cimiento de la nanotecnología fue que en 1982 el suizo Gerd Binnig y el alemán Heinrich Rohrer inventaron el microscopio de barrido de efecto túnel, el cual permite ver objetos de tamaño nanométrico. Posteriormente en septiembre de 2003 la aplicación de la NT en la agricultura y en la industria alimentaria se discutió por primera vez en el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), (Weiss *et al.*, 2006).

La aplicación de la NT en la agricultura y la industria de alimentos también están recibiendo mucha atención en la actualidad. Las inversiones en agricultura y alimentación nanotecnológica van en aumento debido a sus beneficios potenciales, los cuales incluyen desde la mejora en la calidad e inocuidad de los insumos agrícolas hasta un mejor procesamiento y mayor valor nutricional de los mismos (Dasgupta *et al.*, 2015).

Los científicos agrícolas se enfrentan a una amplia gama de desafíos como el estancamiento en el rendimiento de los cultivos, la baja eficiencia en el uso de macro y micronutrientes, la disminución de materia orgánica del suelo, carencias multinutricionales, el cambio climático, la reducción de la disponibilidad de tierras cultivables, así como la escasez de agua y mano de obra para el campo (Shiva, 2016).

Desafortunadamente estas condiciones de formulación para la síntesis de los materiales nanocristalinos requieren de reactivos costosos y gran consumo de energía. Las sustancias químicas sin reaccionar, provenientes de las soluciones precursoras, son desechadas, dando como resultado la eliminación de materiales con efectos ambientales negativos. Debido a la creciente necesidad de desarrollar tecnologías ambientalmente amigables para las síntesis de materiales, hoy en día se plantean nuevas rutas en su preparación, donde se establezca una conexión entre la biotecnología y la nanotecnología, (Sifontes, 2014).



Figura 1. Principales aplicaciones de la nanotecnología (Avalos *et al.*, 2013).

4.8. Nano Green Sciences

Nano Green surge tras el desarrollo de la química coloidal, la cual hizo posible una nueva partícula microscópica llamada micela, una colección de moléculas que forman una esfera con un tamaño de 20 átomos de hidrógeno con un aproximado de uno a cuatro nanómetros. Esta micela puede descomponer las moléculas orgánicas en hidrocarburos. Reconocidos como caballos de batalla, puesto que son el agente limpiador, emulsionante, desengrasante y encapsulante. Nano Green es un producto verde hecho de extractos de maíz, granos, soja, papas, coco y palma; su tamaño es único con una escala de 1-4 nm. Nano Green es un líquido coloidal viscoso, de color ámbar, disponible en una forma altamente concentrada; cumple con la definición estipulada en la Sección 9002 de FSRIA (Ley Agrícola de 2002), como biológico y biodegradable, además de ser un producto antibacteriano, antimicrobiano y antifúngico. Las micelas son el resultado del proceso de ingredientes naturales, como el aceite de palma, ácidos grasos, el maíz, alcohol orgánico y los aminoácidos, todas aquellas plantas naturales aprobadas por la FDA, que hace que se transformen en nuevas partículas, descritas como “micelas

coloidales". La química coloidal es la ciencia que convierte minerales y metales en partículas tan pequeñas que pueden ser utilizadas por las células vivas, (Saldivar, R. L. *et al.*, 2018).

A través de innovaciones en química coloidal, Nano Green ha desarrollado un notable tónico vegetal con un tamaño de partícula uniforme de 8 nanómetros a 4 nanómetros. Este avance a nano-escala ha hecho posible la creación de miles de millones de micelas, que se activan para formar lo que mejor se puede describir como un "súper limpiador" Lo que una planta o árbol en general experimenta después de consumir Nano Green es la fotosíntesis proceso por el cual las plantas utilizan la energía de la luz solar para producir azúcar, (Saldivar, 2018).

La nanotecnología es un avance tecnológico-científico capaz de transformar sectores de la agricultura, proporcionando así las herramientas necesarias para la detección molecular de estrés biótico y abiótico.

La aplicación de la NT en la agricultura y la industria de alimentos también están recibiendo mucha atención en la actualidad. Las inversiones en agricultura y alimentación nanotecnológica van en aumento debido a sus beneficios potenciales, los cuales incluyen desde la mejora en la calidad e inocuidad de los insumos agrícolas hasta un mejor procesamiento y mayor valor nutricional de los mismos, (Dasgupta *et al.*, 2015)

Las NPs pueden penetrar los tejidos vegetales cuando se aplican sobre las hojas de las plantas en forma de aerosol o aspersion, (Wang *et al.*, 2013), penetrando por las estomas y desplazándose luego por el floema hacia diferentes tejidos de las plantas.

4.8.1. Ventajas: Los experimentos realizados con arroz café, trigo y maíz la mayoría de ellos mencionan que el producto puede mejorar otras aplicaciones de nutrientes y químicos, ayuda a combatir patógenos, de igual manera este producto puede aumentar la eficacia de los herbicidas caídos es decir pueden reactivar su funcionamiento en los cultivos. Este producto tiene un pH de 10.42, no es peligroso ni toxico para animales y humanos, la mayoría de estos se basan en un trabajo realizado por, (Saldivar *et al.*, 2015), describiendo la nanotecnología, y sus innovaciones. También se ha demostrado que la encapsulación de los ingredientes activos en NPs aumenta la eficacia de sus ingredientes químicos, ya que permiten reducir su volatilización, lixiviación y se puede reducir la toxicidad y contaminación de los agro-ecosistemas usando estos nano-productos, (Cota *et al.*, 2013).

4.8.2. Desventajas: Nano Green es apenas su inicio hacia la revolución verde, México está aún lejos de la utilización de estas innovaciones, y también es poca o casi nula la información que hable de investigaciones con Nano Green. De acuerdo con Molins, en el 2008, menciona que una de las desventajas es el tamaño pequeño de las nano moléculas, un ejemplo es en las semillas al introducirles plaguicidas, estas pueden verse afectadas al dañar toda la semilla y afectar entonces los cultivos.

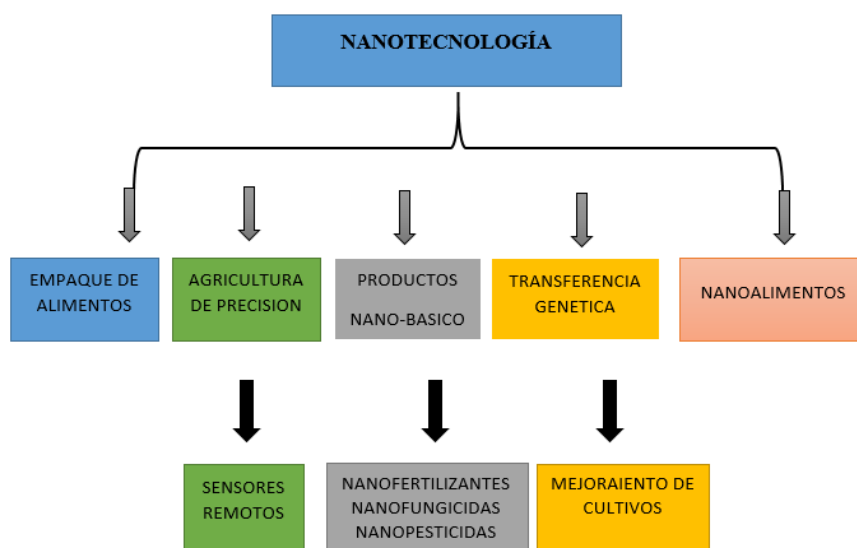


FIGURA 2. La nanotecnología en la agricultura moderna de precisión y en aspectos relacionados con la producción de alimentos. Las nanopartículas metálicas como cobre, zinc fierro y plata; y las derivadas del carbono tienen notables efectos fisiológicos y bioquímicos en las plantas, por lo que también pudiesen tener aplicaciones en los empaques para recubrimientos de alimentos para extender la vida en anaquel o postcosecha, como para usarse nanosensores, nanopesticidas, nanofertilizantes y para el mejoramiento genético de plantas.

4.9.Fertilización foliar

Es importante saber que posterior a una fertilización foliar, debe conocerse que nutrimentos tiene la planta, este proceso es como un análisis de suelo, se debe estudiar y analizar para saber que tiene y que no tiene de esta manera nosotros sabremos que aplicar, pero recordando que existen más factores a evaluar para tener claro que debemos hacer a nuestra planta y que no, por ejemplo, la humedad, la cantidad de radiación solar, el clima, los nutrientes activos en el suelo, y la adaptabilidad, (Sumner, 2000).

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo (Trinidad y Aguilar, 2000)

Las hojas y sus partes (peciolos, láminas, fluidos) representan la inversión de los recursos nutricionales de las plantas en procesos fisiológicos directamente ligados a las tasas de intercambio gaseoso (asimilación fotosintética del CO₂, transpiración). La composición química típica de la materia seca de una hoja puede ser: 60% carbohidratos, 25% proteínas, 5% lípidos y 10% minerales. La demanda de nutrimentos por parte de las hojas cambia durante el ciclo de vida, y muestra una relación estrecha con la tasa y las características del crecimiento. La longevidad de las hojas está fuertemente determinada por el estado fisiológico de las plantas en el momento de su producción. La aplicación de nutrimentos en función de la demanda (una consecuencia del ciclo fenológico) debería constituir la base de la fertilización científica de los cultivos. (Vinicio, 2000)

El rendimiento de los cultivos está basado inicialmente en la disponibilidad de nutrimentos en el suelo. Los suelos varían enormemente en una serie de propiedades que, de una u otra forma, afectan el desarrollo y rendimiento del cultivo. Propiedades tales como tipo de arcilla, contenido de materia orgánica y de agua y propiedades físicas, etc., afectan la disponibilidad de elementos, mientras que el genoma de la planta, microorganismos, temperatura, agua y pH del suelo afectan la absorción de nutrimentos por la planta. La adecuada nutrición mineral de un cultivo está influenciada por el conocimiento de los requerimientos de la planta y por la cantidad e intensidad

de nutrimentos del suelo en donde se tiene el cultivo. Cuando el suelo no puede suplir adecuadamente los nutrimentos para un normal desarrollo de las plantas, se hace necesario su adición en las cantidades y formas apropiadas. (Salas, 2002).

4.9.1. Factores que afectan la fertilización foliar

4.9.1.1. Asociados con la planta

La presencia de tricomas, pelos o pubescencias superficiales en las hojas y frutos aumentan la absorción de solutos debido a dos factores diferentes, primero al aumentar la superficie de contacto del líquido por la reducción de la tensión superficial, como resultado de una fragmentación del tamaño de las gotas en contacto con las hojas y segundo debido a que en la base de estas estructuras el espesor de las cutículas es menor.

De acuerdo con Segura (2002). El estado nutricional, la condición metabólica y fenológica de la planta son factores de mucha importancia a ser considerados cuando se trata de fertilización en forma foliar. Las plantas tienen un sistema de control que les permite reducir o detener la absorción de un determinado nutrimento cuando este se encuentra en un nivel adecuado en la planta. Con el aumento de la temperatura hasta ciertos límites se incrementa la absorción de nutrimentos, situación que puede ser atribuida a una menor fluidez en la matriz de las cutículas y a un incremento en la tasa de difusión de solutos a través de ella.

4.9.1.2. Asociados con la solución

La absorción y transporte de nutrimentos a través de las hojas depende grandemente del tipo y movilidad del elemento que se trate, En el Cuadro 5 se anotan algunos valores de referencia, los cuales deben ser tomados con precaución por no tener referencia del cultivo y del tipo de solución empleados. El cuadro 5 muestra el tiempo de absorción de cada nutrimento

Cuadro 4. Algunos valores de referencia para estimar la tasa de absorción de elementos vía foliar

Elemento	Tiempo (para que ocurra un 50% de absorción)
Nitrógeno	0.5 a 2 horas
Fosforo	5 a 10 días
Potasio	10 a 24 horas
Calcio	10 a 24 horas
Magnesio	10 a 24 horas
Azufre	5 a 10 días
Cloruro	4 a 5 días
Hierro	10 a 20 días
Manganeso	1 a 2 días
Zinc	1 a 2 días
Molibdeno	10 a 20 día

4.10. Categorías de la fertilización foliar

De acuerdo con el propósito que se persigue, la fertilización foliar se puede dividir en las siguientes seis categorías, (Boaretto y Rosolem 1989, citado por segura en el 2002).

4.10.1. Fertilización correctiva: es aquella en la cual se suministran elementos para superar deficiencias evidentes, generalmente se realiza en un momento determinado de la fenología de las plantas y su efecto es de corta duración cuando las causas de la deficiencia no son corregidas.

4.10.2. Fertilización preventiva: se realiza cuando se conoce que un determinado nutrimento es deficiente en el suelo y que a través de esta forma de aplicación no se resuelve el problema; un ejemplo de esto es la aplicación de Zn y B en café.

4.10.3. Fertilización sustitutiva: se pretende suplir las exigencias del cultivo exclusivamente por vía foliar, un buen ejemplo es el manejo del cultivo de la piña. En la mayoría de los casos es poco factible suplir a las plantas con todos sus requerimientos nutritivos utilizando exclusivamente la vía foliar, debido a la imposibilidad de aplicar dosis altas de macro nutrientes. En el cultivo del café el uso de solamente fertilizantes foliares sin abonamiento al suelo (seis aplicaciones por año), se ha obtenido una producción 18% en relación con la fertilización al suelo.

4.10.4. Fertilización complementaria: consiste en aplicar una fracción del abono al suelo y otra al follaje, generalmente se utiliza para suplir micro nutrientes y es uno de los métodos más utilizados en una gran cantidad de cultivos.

4.10.5. Fertilización complementaria en estado reproductivo: puede realizarse en aquellos cultivos anuales en los cuales, durante la floración y llenado de las semillas, la fuerza metabólica ocasionada por ellos, reduce la actividad radicular lo suficiente como para limitar la absorción de iones requeridos por la planta.

4.10.6. Fertilización estimulante: consiste en la aplicación de formulaciones con NPK, en las cuales los elementos son incluidos en bajas dosis, pero en proporciones fisiológicamente equilibradas, las cuales inducen un efecto estimulador sobre la absorción radicular. Este tipo de abonamiento es recomendado en plantaciones de alta productividad, de buena nutrición y generalmente se realiza en períodos de gran demanda nutricional, o en períodos de tensiones hídricas.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Zoyatitla perteneciente al municipio de Tetela de Ocampo. Se encuentra al Norte del estado de Puebla, colindando al Norte con Cuautempan y Tepetzintla, al Sur con Ixtacamaxtitlan, al Oeste con Xochiapulco y Zautla, al Poniente con Aquixtla, Zacatlan (19°49'30"N 97°48'48"W a 1764 msnm).

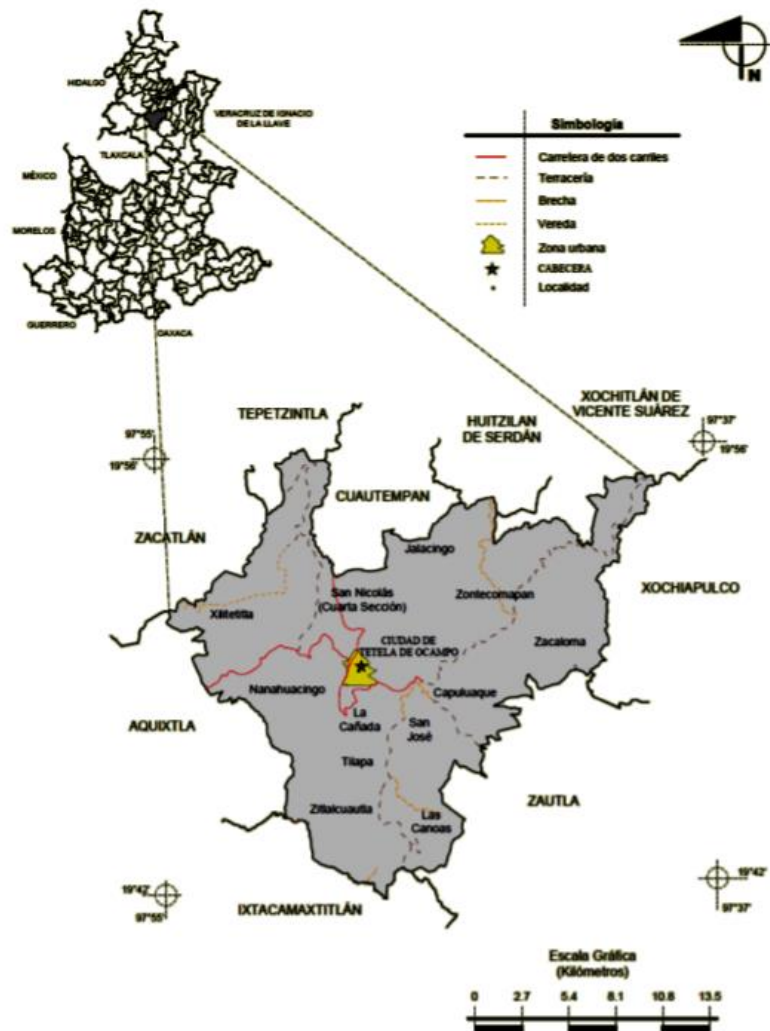


Figura 3. Ubicación del experimento en el municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

5.2. Clima

El municipio se ubica dentro de las zonas de climas templados C (w1) (w2) de la Sierra Norte; conforme se avanza de sur a norte se incrementa la humedad, identificándose los siguientes climas: templado húmedo con abundantes lluvias en verano (54 %), templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (28 %), templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (13 %), templado húmedo con lluvias todo el año (4 %) y semicálido húmedo con lluvias todo el año (1 %). El rango de temperatura es de 12- 20 °C y de precipitación de 600-1600 mm. Los grupos de suelo predominantes son: Luvisol (81 %), Andosol (9 %), Phaeozem (5 %), Cambisol (3 %) y Arenosol (1 %), (INEGI, 2014).

5.3. Actividades realizadas

Para el inicio de la investigación se inició por la renta de una parcela, con una pendiente mínima del 13%, y condiciones de suelo favorables para la producción de maíz, las actividades iniciales fueron acondicionar el terreno, eliminando malezas, piedras o algún otro objeto que pudiese interferir en nuestro proyecto. El terreno tiene una superficie de aproximadamente 340 m², en la parcela se han cultivado maíz, frijol, avena entre otros, el terreno cuenta con una buena humedad.

5.4. Material vegetal

Se utilizó la semilla de maíz *Zea mays* A7573, con las siguientes características.

Cuadro 5. Características del tipo de semilla A7573

Híbrido:	Cruza triple
Madurez:	Intermedio Precoz
Altura de planta:	2.10 a 2.50 m
Altura de Mazorca:	1.1 a 1.5 m
Días a cosecha:	100 a 110 días
Fechas de siembra:	15 de marzo al 30 de abril y 01 de junio al 30 de julio
	Color de grano: Blanco y Amarillo
Maíz con una relación planta	Mazorca mayor al 50%
Tallos y raíces:	resistentes al acame
Tipo de hoja:	Se-mi erectas
Para riego:	De noria y río
Este híbrido se puede sembrar a doble hilera y surco reducido (50 cm) hasta 110,000 semillas/ha. • Recomendado para La Laguna, Ceballos, Nazas y Cuatro Ciénegas	
Se considera el mejor Elotero de México.	

5.5. Fertilizantes

Para realizar la investigación, se utilizaron tres fertilizantes de bajo impacto, en un paquete de la marca Arvensis, y Nano Green un producto nanotecnológico, el cuadro 6 muestra las características de cada uno de ellos.

Cuadro 6. Información general de productos orgánicos empleados de Arvensis®

Composición	Información general	Nombre	Dosis empleada
Citocininas 3128 PPM Giberelinas 48 PPM Auxinas 42 PPM Vitaminas 2608 PPM Acido carboxílicos 0.147 % Disacáridos totales 1.985 % Nitrógeno (N) 0.88 %	Las vitaminas conjuntamente con aminoácidos y las hormonas logra efecto de incrementar la apertura yemas laterales, incrementa la calidad de la floración, incrementando uniformizando el tamaño del fruto.	Supra hormonal Lux®	(2mL/L)
Fósforo (P ₂ O ₅) 0.38 % Potasio (K ₂ O) 0.86 % Materia orgánica 20.77 % Ácidos húmicos 4.21 % Ácidos fúlvicos 5.02 % Calcio (CO) 3.10 % Magnesio (MgO) 2.74 % Hierro (fe) 0.042 % Zinc (Zn) 0.02 % Manganeso (Mn) 0.024 % Boro (B) 0.016 % Cobre (Cu) 0.23 % Azufre (S) 0.30 %	producto orgánico, formulado con diversas sustancias naturales, materia orgánica y nutrientes orgánicos minerales. Mejora la estructura del suelo e incrementa la conductividad hidráulica favoreciendo el desarrollo de la raíz. Aporta nutrientes esenciales y estimula el desarrollo vegetativo, la síntesis y concentración de azúcares, dando como resultado un incremento en los rendimientos y la calidad de las cosechas.	Agri Bat®	(10 mL/L)
Nitrógeno total (N) 12.0 % Fósforo (P ₂ O ₅) 9.0 % Potasio (K ₂ O) 7.0 % Hierro (Fe) 0.05 % Zinc (Zn) 0.08 % Manganeso (Mn) 0.03 % Cobre (Cu) 0.04 % Boro (B) 0.03 % Calcio (Ca) 0.15 % Magnesio (MG) 0.20 % Azufre (S) 0.40 % Molibdeno (Mo) 0.005 % Ácidos fúlvicos 2.0 % Aminoácidos libres 0.05 % Vitaminas libres 0.08 %	Formulación concentrada con nutrientes mayores y menores, extractos de origen orgánico, aminoácidos y vitaminas, la cual está diseñada con un perfecto balance, que alcanza un alto nivel de conjunción y compatibilidad de sus componentes, para incidir en los procesos metabólicos de las plantas y promover un excelente desarrollo de las mismas.	Supra Carb Plus®	(10mL/L)

5.6. Descripción del experimento

El experimento se inició con la limpieza y remoción del terreno, eliminando malezas existentes, teniendo libre la parcela, el suelo se volvió a trabajar con arado para formar los surcos donde se sembró el maíz y continuamos con la siembra de semilla a una distancia de 40 cm entre cada planta, cada uno de los orificios contiene dos semillas, por si se da el caso de que no germine alguna de ellas, aproximadamente a los 10 días germino, posterior a ello se midió la parcela con una cinta métrica para tener más claro lo bloques de cada tratamiento a realizar, para ello utilizamos estacas de madera con 40 cm de alto puestas como punto de referencia en una esquina a partir de allí serán puestas cada 4 metros y luego se pondrá un hilo de rafia para tener claro el límite de cada tratamiento como se muestra en la **figura 4**. Un total de 18 cuadros. 15 días después de la germinación se inició con la aplicación de los fertilizantes de manera foliar con las dosis establecidas de cada tratamiento, como se muestra en el cuadro 7.



Figura 4. Delimitación de bloques para tratamientos

En la figura a), se muestra la estaca utilizada para sujetar la rafia, b) estaca puesta en la parcela como punto de referencia, c) colocación de rafia, d) bloques marcados para tratamientos.

Cuadro 7. Dosis de fertilización foliar en *Zea mays*.

Tratamiento 1.	Nano Green 2mL/L,
Tratamiento 2.	Nano Green 5mL/L+ Agri Bat [®] , Supra Carb Plus [®] , 10 mL/L+ 2mL/L, Supra Hormonal Lux [®] .
Tratamiento 3.	Nano Green 2mL/L+ Agri Bat [®] , Supra Carb plus [®] , 10 mL/L+ Supra Hormonal lux [®] 2mL/L.
Tratamiento 4.	Agri Bat [®] , Supra Carbplus [®] , 10 mL/L+ Supra Hormonal lux [®] 2mL/L.
Tratamiento 5.	Sin aplicar (testigo)
Tratamiento 6.	Nano Green 5mL/L

Los fertilizantes fueron aplicados con una de motor de la marca HIUNDAY con una capacidad de 25 L.

Los fertilizantes se aplicaron cada 15 días por la mañana figura 5, con las dosis establecidas como se muestra en el cuadro 7.



Figura 5. Fertilización foliar en Maíz (*Zea mays*). A y b preparación de fertilizantes c y d fertilización foliar.

La toma de medidas de plantas se hizo al siguiente día de la fertilización, las medidas a evaluar son: altura, diámetro de tallo y área foliar.

5.7. Variables evaluadas

5.7.1. Altura: Se midió de límite del suelo a la hoja más madura de la parte superior de la planta, esto porque la planta seguirá creciendo y las hojas irán en aumento. Para realizar la medición se utilizó una cinta métrica, de cada tratamiento se tomaron 10 plantas al azar.

5.7.2. Diámetro de tallo: Se midió a la mitad de cada planta esto porque en la parte baja de la planta es más gruesa y a parte alta muy delgada, y la parte media queda como un promedio de ambos grosores, para esta medición se ocupó un vernier digital; cabe resaltar que al madurar la planta el grosor de tallo es inverso quiere decir que la parte inferior se vuelve delgado porque ya ha dejado de crecer, y la parte superior ahora está un poco más grueso debido a que desarrollara sus frutos.

5.7.3. Área foliar: Para obtener medidas de las hojas de maíz, se utilizó el programa imageJ. Donde podemos obtener el área foliar ingresando la foto de la hoja sobre un fondo blanco y una regla para calcular sus cm. Figura 6.

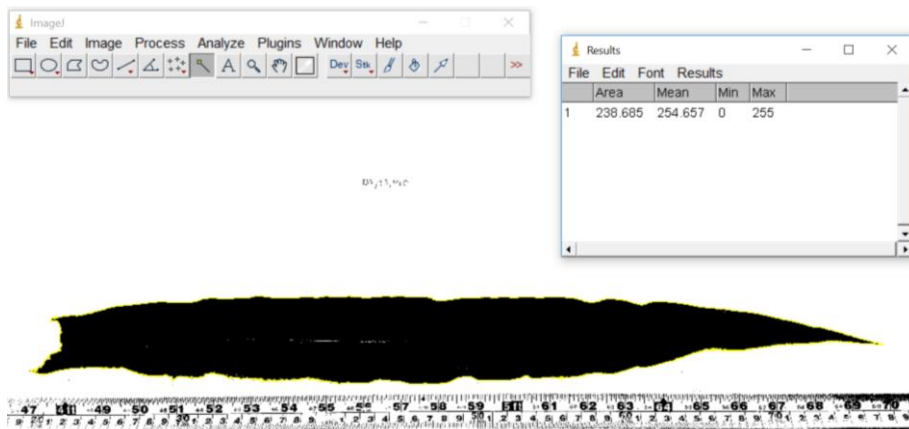


Figura 6. Ilustración de funcionamiento del programa ImageJ.

En general, se utilizaron los siguientes materiales, durante toda la investigación: arado, caballo, rafia, machete, pintura en spray, tiras de madera, libreta de campo, pluma, etiquetas, regla, cámara fotográfica, cinta métrica, vernier.

5.8. Diseño de la plantación

Para el cultivo de maíz, se estableció una plantación rectangular de 300m² con un híbrido triple A7573 el experimento consistió en crear 3 bloques de 24 m de largo × 4 m de ancho, cada uno de ellos dividido en seis tratamientos distintos, con una separación entre cada planta de 40 cm.

Cuadro 8. Diseño de plantación en orden por bloque y tratamiento.

	Tratamientos					
Bloque I	4	6	1	3	2	5
Bloque II	3	5	4	6	2	1
Bloque III	6	3	5	2	1	4

Los diseños de espaciamiento fueron en hilera, con un aproximado de 2 semillas por planta.

Se utilizaron 10 plantas de cada tratamiento para medir área foliar y diámetro del tallo, un total de 180 plantas. Para medir área foliar se tomaron en cuenta 3 plantas de cada tratamiento, con un total de 54 plantas. La medición de estas variantes fue durante un lapso de tres meses. Para identificar el número de planta por tratamiento se utilizaron cintas de madera, las cuales contenían un señalamiento de color naranja, como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Material utilizado para medir variables; a, cintas de madera para identificar el número de planta; b y c vernier para medir diámetro de tallo y cinta métrica para medir altura de la planta.

5.8.1. Análisis y diseño experimental

Se empleó un diseño experimental en bloques al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, estos tratamientos serán evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) Unidireccional, con pruebas de comparación de medias por el método Fisher ($\alpha \leq 0.05$) para la comparación de medias y la identificación de diferencias significativas entre tratamientos. Para el procesamiento de datos y análisis se empleará el software Minitab 18[®].

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Altura de la planta

En la figura 8 se presentan los resultados obtenidos, en cinco evaluaciones a diferentes fechas. (El cuadro 7 muestra los 6 tratamientos presentados en la figura 8).

La primera medición fue realizada el 16 de agosto del 2019, los datos obtenidos de Fisher en el programa minitab18, fueron, el tratamiento 2 es el menor comparado con el 3 teniendo un 26.6 % de diferencia significativa de acuerdo a la altura obtenida, la diferencia es baja debido a que recientemente habían sido fertilizados. En la segunda medición no se observó ninguna diferencia significativa, en la tercera medición hubo una diferencia de 32.86% nuevamente entre el tratamiento 2 y 3, en la última muestra la diferencia disminuyó el tratamiento más bajo fue dos con una diferencia de 26.25% en comparación con el tres. (Nano Green 2mL/L+ Agri Bat[®], Supra Carb Plus[®], 10 mL/L+ Supra Hormonal Lux[®] 2mL/L).

De acuerdo con Martínez (2015), en el experimento de maíz y frijol menciona que, a menor dosis de concentración de nano partículas, mayor peso y longitud de la planta. Nano Green en este tratamiento tiene una disolución menor a los otros tratamientos, de acuerdo con Lira, *et al.*, 2004 tiene la ventaja de reducir al mínimo la lixiviación, al tiempo que mejoran la absorción de nutrientes por las plantas y coadyuvan a mitigar la eutrofización al reducir la transferencia de nitrógeno a los mantos acuíferos subterráneos, este producto en combinación con los otros y en menor solución ayuda a la resistencia contra la hidrólisis, mejorando su foto descomposición y/o proporcionando una manera más eficaz de liberación controlada hacia los organismos objetivo, (Mishra, y Singh, 2015). Este en combinación con Agri Bat[®], Supra Carb Plus[®], Supra Hormonal lux[®], ayudan a la producción de raíces. impulsando la asimilación de nutrientes con las giberelinas que estos productos contienen.

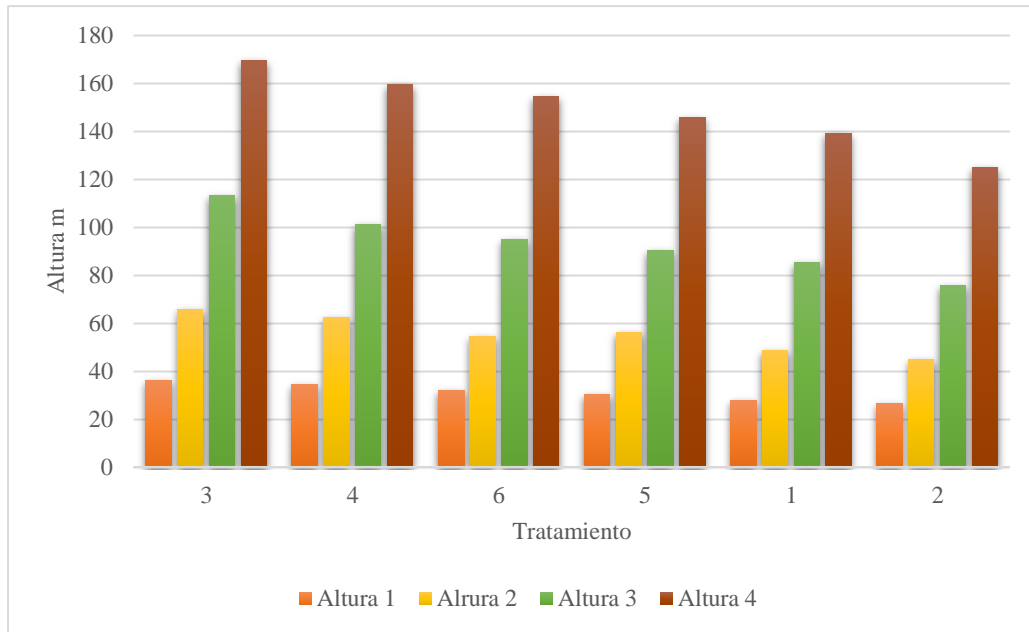


Figura 8. Altura (m) de la planta de maíz, mediante la aplicación de fertilizantes foliares, en cuatro fechas de evaluación.

6.2. Diámetro de Tallo.

En la figura 9 se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de diámetro de la planta de maíz (*Zea mays*).

En la gráfica se puede observar que después de la aplicación de fertilizantes en la primera toma de datos el tratamiento uno obtuvo un grosor de 2.74 cm sin diferencia significativa entre ellos, para la segunda medición el tratamiento dos obtuvo un 14.77% de diferencia con el tratamiento cuatro. En la medición tres había solo un 10.33 % de diferencia en los mismos tratamientos de la medición dos. Para la cuarta y última medición el tratamiento 4 (Agri Bat[®], Supra Carb Plus[®], 10 mL/L+ Supra Hormonal Lux[®] 2mL/L) continuó teniendo un buen tallo con un 9.83% en comparación con el tratamiento dos. Considerando que la parcela tenía mayor humedad en los tratamientos 6, 3 y 4 pero de igual manera el tratamiento 4 estaba ubicado en la parte donde había mínima o casi nula humedad. Y fue este quien obtuvo un mejor índice de tallo. También Zaharan y Garay, (1991), citados por Vázquez y Ruiz, (1993), el grosor del tallo depende de la variedad, las condiciones ambientales y nutricionales del suelo. Estos tres productos son mejoradores de suelo, biostimulante y de nutrición al suelo. Supra Carb plus[®], Supra Hormonal

Lux[®], tienen mayor influencia, por tanto aportan giberelinas, citosinas, vitaminas, materia orgánica etc.; Lira, (1994), menciona que la aplicación de giberelinas a los tallos produce un incremento pronunciado de la división celular en el meristemo sub apical y provoca el crecimiento rápido de muchas plantas arrosadas mientras que las citosinas menciona Jorquera y Yuri, (2006), provocan e inducen el brote lateral de yemas, ese veloz crecimiento es resultado tanto del número mayor de células formadas como el aumento en expansión de las células individuales. Por ello induce la floración provocando que el tallo se fortalezca y de esta manera aumente su grosor.

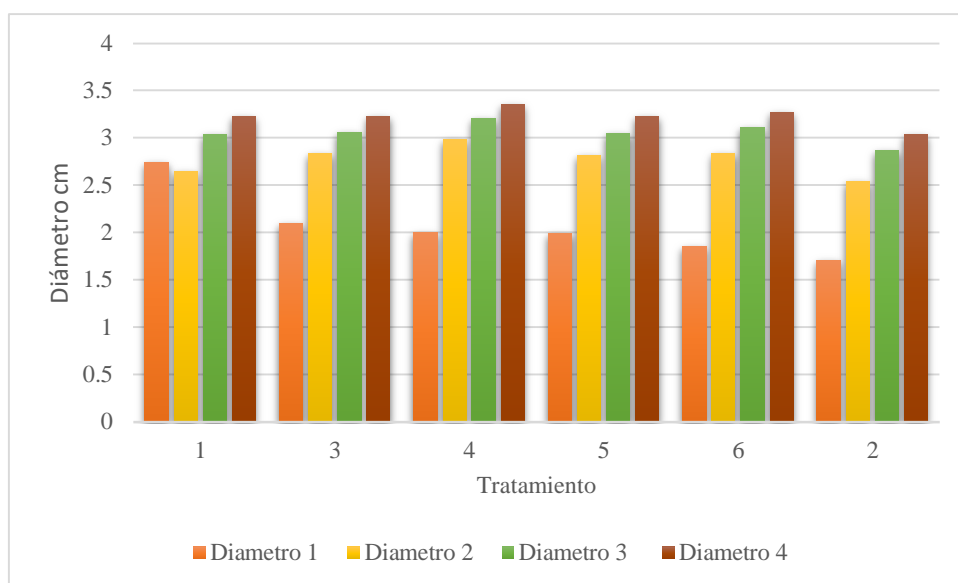


Figura 9. Diámetro de tallo de maíz mediante la aplicación de fertilizantes foliares, evaluados en cuatro fechas distintas.

6.3. Área foliar del maíz

En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos de la evaluación de área foliar en el programa ImageJ.

La grafica 10 compara el índice de área foliar en las cuatro mediciones, a partir del 16 de agosto no había ninguna diferencia significativa entre ellos, en la segunda etapa de medición ya había una diferencia de 33% entre el tratamiento 2 con menor índice de área foliar, a diferencia del tratamiento 6, en la medición tres, el tratamiento 5 (testigo) superó al 2 con un 12.81%. En la última medición no hubo diferencia significativa, quiere decir que al final todos los tratamientos incluso el testigo alcanzaron el mismo índice de área foliar en la última etapa. supra hormonal

lux[®] es uno de los tratamientos siendo un biostimulante contiene giberelinas las cuales se encargan de crecimiento de la planta, de acuerdo con Vásquez, (2001), observó que la aplicación de giberelinas incrementa notablemente la longitud y área foliar de tallos de chicharos enanos, que alcanzan un nivel de crecimiento normal; también demostró que ciertos mutantes enanos de maíz alcanzan una altura normal después de aplicarles giberelinas, por esta razón los tratamientos 1, 2 y 5 siendo los más bajos, en la última etapa lograron alcanzar su crecimiento promedio y con ello el área foliar adecuada.

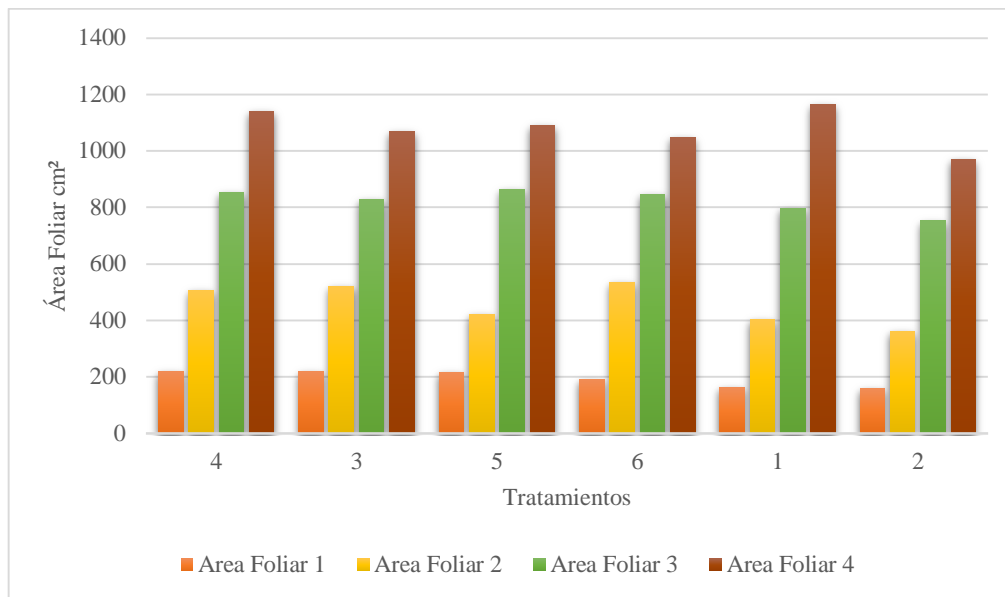


figura 10. Área foliar de hojas de maíz con la aplicación de fertilizantes foliares en cuatro fechas de evaluación.

VII. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que las nano partículas actúan de acuerdo al tipo de cultivo, a la concentración y el tipo de nano partícula que se incorporan a las plantas, afectando principalmente a la biomasa y a la micro morfología de la planta. La altura de la planta no necesita de cantidades grandes de nano partículas, el efecto mejora en cantidades mínimas. El área foliar al final resulto uniforme en cada tratamiento, por lo cual la altura de la planta no influye en el área foliar. Es decir que; la aplicación de nano partículas coloidales no influyo de manera positiva en el crecimiento vegetativo del maíz. Las aplicaciones foliares tienen mayor efecto en la absorción de todos los nutrimentos disponibles, donde la planta los absorbe de manera más eficaz.

VIII. LITERATURA CITADA

Abendroth, L.J., R.W. Elmore, M.J. Boyer, and S. K. Marlay. 2011. Corn Growth and Development. PMR 1009. Iowa State Univ. Extension. Ames Iowa.

Ávalos, A., Haza, A., Mateo, D., Morales, P. 2013. Nanopartículas de plata: aplicaciones y riesgos tóxicos para la salud humana y el medio ambiente. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 7(2):1-23

CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. Capital Natural de México, Volumen I: Conocimiento Actual de la Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en: www.conabio.gob.mx, (noviembre 2013).

CONACYT 2018. consultado en línea el día 31 de agosto de 2018 bajo la dirección <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz>

Dasgupta, N., Ranjan, S., Mundekkad, D., Ramalingam, C., Shanker, R., & Kumar, A. (2015).

FAO, Food and Agriculture Organization (2009) Base de Datos de Estadísticas Agropecuarias. Disponible en: www.faostat.fao.org (noviembre 2013).

Gilmore, E. C., J. S. Rogers. 1958. Heat Units as a Method of Measuring Maturity in Corn. Agronomy Journal, Vol. 50 No. 10, p. 611-615. College Station, TX.

Hidalgo-Noel, A.O.2004. comportamiento de tres biostimulante en la producción de maíz (*Zea mays L.*) Híbrido XB 8010. Tesis de licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Departamento Académico de ciencias agrarias.

Hulla, J., Sahu, S., & Hayes, A. 2015. Nanotechnology History and future. Human & Experimental Toxicology, 34(12), 1318-1321

Hochholdinger, F, Woll K., Sauer M., Dembinsky D.2004. La disección genética de la formación de raíces en maíz (*Zea mays*) revela programas de desarrollo específicos de tipo raíz. Pp 130.

Jalali, M., Ghanati, F., Modarres-Sanavi, A., & Khoshgoftarmanesh, A. 2017. Physiological effects of repeated foliar application of magnetite nanoparticles on maize plants. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 203(6), 593-602. doi: 10.1111/jac.12208.

JORQUERA, Y. y YURI, J.A. 2006. Pomáceas. Boletín Técnico editado por el Centro de Pomáceas de la Universidad de TaJea ~En línea]: (<http://pomaceas. utalca.cl>). 12 diciembre 2006.

Kato, T.A., C. Mapes, L.M. Mera, J.A. Serratos, R.A. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 116 pp. México, D.F.

Kato A., Ortega P. R., Boege E., Wegier A., Serratos A., Alvarez V., Jardon L., Moyers L. Ortega D. V. D. 2013. El maíz en peligro ante los transgénicos, un análisis integral sobre el caso de México. Consultado en línea bajo la dirección de <https://www.researchgate.net/publication/303961569> Origen y diversidad del maiz

Leal L. V. M., 2005. Las etapas de desarrollo del cultivo de maíz. fundación produce Sinaloa, A.C., SAGARPA. Jornada de manejo sustentable de cultivo de maíz. Llevado a cabo en Sinaloa.

lira, S.R.H. 1994. Fisiología vegetal. Edit. Trillas. México. 237 p.

Martínez- Rodríguez, L.A. 2015. Micro morfología de tallo y raíz de plantas de maíz y frijol tratadas con Nanopartículas de titanio, hierro y zinc, bajo invernadero. tesis de licenciatura. ingeniero en agrobiología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 67 p.

Medina, O.C. 2015. El maiz. pp 1-7

Mishra, S.; Singh, H.B. 2015. Biosynthesized silver nanoparticles as a nanoweapon against phytopathogens: exploring their scope and potential in agriculture. *Applied microbiology and biotechnology*. 99: 1097–1107.

Singh, A.; Singh, N.B.; Hussain, I.; Singh, H.; Singh, S.C. 2015. Plant-nanoparticle interaction: an approach to improve agricultural practices and plant productivity. *International Journal of Pharmaceutical Science Invention*. 4: 25-40.

- Rocandio R. M., Santacruz V.A., Cordova T. L., Lopez S. H., Castillo G. F., Lobato O. R., Garcia Z. J. J., Ortega P. R. 2014. Caracterización morfológica y agronómica de siete razas de maíz de los valles altos de México. *Revista fitotecnia México* 37: 352.
- Sumner M. E. 2000. Diagnóstico de los requerimientos de fertilización de cultivos extensivos. Department of Crop and Soil Sciences, University of Georgia. pp, 1-5.
- SAGARPA, 2008. Anuario de la Producción Agrícola. México, D.F.
- Salas R. E. 2002. herramientas de diagnóstico para definir recomendaciones de fertilización foliar. Centro de investigaciones agronómicas, laboratorio de suelos y foliares, CIA/UCR. Universidad de Costa Rica. Meléndez, G. Molina, E. 7-18 pp.
- Saldívar, R. Lira, Méndez A. B., De los Santos V.G., Reyes V. I. 2018. Potencial de la nanotecnología en la agricultura. *Acta universitaria*, 28(2), 9-24.
- Santoyo V. A.B. 2004. Polinización en maíz. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara centro universitario de ciencias biológicas y agropecuarias, Guadalajara.
- Segura A. 2002. fertilización foliar: principios y aplicaciones. Centro de investigaciones agronómicas, laboratorio de suelos y foliares, CIA/UCR. Universidad de Costa Rica. Meléndez, G. Molina, E. 19-25 pp.
- Sinfuentes B. A. 2014. Biosíntesis de nanomateriales: hacia el avance de la nanotecnología verde. *Mundo nano*, 7(13), 56-60.
- Shiva, V. 2016. *The violence of the green revolution: Third world agriculture, ecology, and politics*. Lexington, KY: University Press of Kentucky
- Siap.gob.mx consultado en línea el día 20 de agosto de 2018 bajo la dirección http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do.
- UNAM. 2007. Nuevo Atlas de México. Instituto de Geografía. 2da. Ed. México, D.F.
- Wang, W. N., Tarafdar, J. C., & Biswas, P. 2013. Nanoparticle synthesis and delivery by an aerosol route for watermelon plant foliar uptake. *Journal of Nanoparticle Research*, 15(1), 1-13.

Weiss, B., Schaefer, U., Zapp, J., Lamprecht, A., Stallmach, A., & Lehr, C. 2006. Nanoparticles made of fluorescence-labelled poly (Lactide-co-glycolide): preparation, stability, and biocompatibility. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 6(9-10), 3048-3056.

Yzarra T. W. J., López R. F. M. 2011. manual de observaciones fenológicas. servicio nacional de meteorología e hidrología. manual de observaciones fenológicas. pp, 48.

IX. ANEXOS

Anexo 1. ANOVA, de un solo factor para altura de maiz, con la aplicación de fertilizantes nanotecnológicos y comerciales con un 95% de confianza para la media.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	2	57.34	28.67	1.39	0.294
TRATAMIENT	5	211.26	42.25	2.04	0.157
Error	10	206.72	20.67		
Total	17	475.32			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
4.54667	56.51%	26.07%	0.00%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	2	385.1	192.6	1.21	0.337
TRATAMIENTO	5	916.1	183.2	1.16	0.394
Error	10	1585.6	158.6		
Total	17	2886.8			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
12.5921	45.07%	6.63%	0.00%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	2	769.7	384.8	1.05	0.387
TRATAMIENTO	5	2511.7	502.3	1.36	0.315
Error	10	3681.9	368.2		
Total	17	6963.4			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
19.1884	47.12%	10.11%	0.00%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	2	1645	822.6	1.80	0.215
TRATAMIENTO	5	3713	742.6	1.62	0.240
Error	10	4573	457.3		
Total	17	9931			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
21.3841	53.95%	21.72%	0.00%

Anexo 2. ANOVA, de un solo factor para diametro de tallo, con la aplicación de fertilizantes nanotecnologicos y comerciales con un 95% de confianza para la media.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	2	0.3008	0.1504	0.28	0.765
TRATAMIENTO	5	1.9020	0.3804	0.70	0.638
Error	10	5.4635	0.5464		
Total	17	7.6663			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.739156	28.73%	0.00%	0.00%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	2	0.3024	0.15122	3.10	0.090
TRATAMIENTO	5	0.3703	0.07405	1.52	0.268
Error	10	0.4881	0.04881		
Total	17	1.1608			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.220930	57.95%	28.52%	0.00%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	2	0.06503	0.03252	1.01	0.397
TRATAMIENTO	5	0.17567	0.03513	1.09	0.420
Error	10	0.32090	0.03209		
Total	17	0.56160			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.179137	42.86%	2.86%	0.00%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	2	0.04588	0.02294	0.87	0.448
TRATAMIENTO	5	0.17511	0.03502	1.33	0.327
Error	10	0.26306	0.02631		
Total	17	0.48404			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.162190	45.65%	7.61%	0.00%

Anexo 3. ANOVA, de un solo factor para area foliar, con la aplicación de fertilizantes nanotecnologicos y comerciales con un 95% de confianza para la media.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	2	15647.3	7823.7	3.20	0.084
TRATAMIENTO	5	13002.4	2600.5	1.06	0.435
Error	10	24461.2	2446.1		
Falta de ajuste	9	24211.6	2690.2	10.78	0.232
Error puro	1	249.5	249.5		
Total	17	49694.3			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
49.4582	50.78%	16.32%	0.00%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	2	67858	33929	6.30	0.017
TRATAMIENTO	5	78910	15782	2.93	0.070
Error	10	53897	5390		
Falta de ajuste	9	51941	5771	2.95	0.425
Error puro	1	1956	1956		
Total	17	191218			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
73.4142	71.81%	52.08%	8.50%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	2	14150	7075	1.62	0.245
TRATAMIENTO	5	27746	5549	1.27	0.347
Error	10	43563	4356		
Falta de ajuste	9	40352	4484	1.40	0.581
Error puro	1	3211	3211		
Total	17	82787			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
66.0024	47.38%	10.54%	0.00%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
BLOQUE	2	27429	13714	0.42	0.670
TRATAMIENTO	5	66443	13289	0.40	0.836
Error	10	329552	32955		
Falta de ajuste	9	294285	32698	0.93	0.674
Error puro	1	35267	35267		
Total	17	445635			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
181.536	26.05%	0.00%	0.00%

Anexo 4. Agrupación de medias para la variable de altura en Maíz con el método LSD de Fisher con una confianza de 95%.

Comparaciones para A1

Comparaciones por parejas de Fisher: TRATAMIENTO

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	3	36.1000	A
4	3	34.8333	A
6	3	32.0667	A B
5	3	30.6667	A B
1	3	28.0000	A B
2	3	26.5000	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para A2

Comparaciones por parejas de Fisher: TRATAMIENTO

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	3	65.5667	A
4	3	62.4333	A
5	3	56.0667	A
6	3	54.3333	A
1	3	48.5000	A
2	3	45.2333	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para A3

Comparaciones por parejas de Fisher: TRATAMIENTO

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	3	113.033	A
4	3	101.467	A B
6	3	95.800	A B
5	3	90.167	A B
1	3	85.367	A B
2	3	75.900	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para A4

Comparaciones por parejas de Fisher: TRATAMIENTO

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
3	3	169.400	A
4	3	159.533	A B
6	3	154.467	A B
5	3	146.067	A B
1	3	139.367	A B
2	3	124.933	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 5. Agrupación de medias para la variable de diámetro de tallo, con el método LSD de Fisher con una confianza de 95%.

Comparaciones para D1

Comparaciones por parejas de Fisher: TRATAMIENTO

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
1	3	2.74333	A
3	3	2.09000	A
4	3	2.00333	A
5	3	1.99333	A
6	3	1.86333	A
2	3	1.71333	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para D2

Comparaciones por parejas de Fisher: TRATAMIENTO

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
4	3	2.98000	A
6	3	2.84333	A B
3	3	2.83000	A B
5	3	2.82000	A B
1	3	2.64667	A B
2	3	2.54000	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para D3

Comparaciones por parejas de Fisher: TRATAMIENTO

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
4	3	3.20000	A
6	3	3.11000	A B
3	3	3.06333	A B
5	3	3.05667	A B
1	3	3.04000	A B
2	3	2.87000	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para D4

Comparaciones por parejas de Fisher: TRATAMIENTO

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
4	3	3.36000	A
6	3	3.27000	A B
3	3	3.23333	A B
5	3	3.23000	A B
1	3	3.22333	A B
2	3	3.03000	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 6. Agrupación de medias para la variable de área foliar, con el método LSD de Fisher con una confianza de 95%.

Comparaciones para AF1

Comparaciones por parejas de Fisher: TRATAMIENTO

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
4	3	219.886	A
3	3	218.972	A
5	3	218.490	A
6	3	192.463	A
1	3	163.984	A
2	3	157.752	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para AF2

Comparaciones por parejas de Fisher: TRATAMIENTO

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
6	3	535.134	A
3	3	521.999	A
4	3	506.903	A
5	3	421.486	A B
1	3	402.146	A B
2	3	359.778	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para AF3

Comparaciones por parejas de Fisher: TRATAMIENTO

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
5	3	862.712	A
4	3	851.212	A B
6	3	846.620	A B
3	3	826.463	A B
1	3	795.739	A B
2	3	752.257	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones para AF4

Comparaciones por parejas de Fisher: TRATAMIENTO

Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

TRATAMIENTO	N	Media	Agrupación
1	3	1165.00	A
4	3	1140.47	A
5	3	1089.31	A
3	3	1070.28	A
6	3	1047.38	A
2	3	968.83	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 8. Actividades realizadas.

