

Uso de Nano Gro en maíz para silo en finca El Carreto de la Ing. Anabel Gallardo.

M. Lorena Lastres, regente investigador 5378.

El presente ensayo se llevó a cabo en la finca El Carreto, propiedad de la Ing. Anabel Gallardo, localizada en la aldea de San Francisco, municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, muy cerca de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, aprovechando la siembra de maíz para silo que la Ing. Gallardo tenía ya en campo. El maíz transgénico, variedad Dekalb 707500, con doble evento: resistencia a glifosato y a larvas de lepidóptera, fue sembrado el 8 de Junio del 2020. Se utilizaron 3 qq del fertilizante Fertimaíz/mz a la siembra, y 2 qq de urea como refuerzo, 45 días después de la siembra.

El objetivo del presente ensayo fue conocer el efecto de la enmienda agrícola Nano Gro en maíz para silo, con miras a medir aumento en producción de biomasa y posible aumento de calidad de forraje por incrementos en peso y/o número de mazorcas por planta. Normalmente, Nano Gro se utiliza en tratamiento a la semilla a dosis de 1 perla en 5 o menos litros de agua y posteriormente de manera foliar entre las 4 y 12 hojas verdaderas a dosis de 1 perla en 9 o 10 litros de agua (dependiendo de la bomba de mochila utilizada). Este ensayo en contraste, tuvo dos aplicaciones foliares, ya que no hubo posibilidad de tratamiento a la semilla. La primera aplicación foliar de Nano a dosis de 1 perla por 9 litros



Figuras 1 y 2._ Raíces de maíz en el ensayo de Nano Gro aplicado foliarmente a dosis de 1 perla en 9 litros de agua. El tratamiento Nano Gro en ambas fotos tiene mayor volumen de raíces, raíces más gruesas, largas y blancas, y con mayor número de raíces secundarias que las del testigo.

de agua fue hecha el 24 de Junio, cuando las plantas de maíz tenían 12 días de germinación. Se utilizó para la aplicación una bomba eléctrica de marca Fortec con capacidad para 18 litros de agua y 2 perlas de Nano Gro por bomba. La bombada completa permitió tratar 3 surcos de doble hilera de siembra. La aplicación fue hecha yendo por un lado de la cama de siembra y regresando por el otro lado de la misma cama, de manera rápida, para cubrir así las dos líneas de siembra de cada cama. La segunda aplicación foliar de Nano Gro se hizo en fecha 17 de Julio, con la misma dosificación y del mismo modo.

Debido a que la localidad de siembra no es completamente plana, se seleccionaron camas de siembra en la parte alta, media y baja del terreno para las aplicaciones con Nano Gro y así poder abarcar observaciones en distintas condiciones de disponibilidad de humedad del terreno. Las camas aplicadas fueron marcadas con un pequeño letrero y piedras, para poder ser localizadas rápidamente. El cultivo no tuvo sistema de riego, y se llevó a término puramente con agua de lluvia. Hubo un período de estrés por agua durante el mes de agosto. En algunos casos podía notarse diferencias en altura de plantas y en turgencia de plantas, sobre todo en las cabeceras de las camas, principalmente, por la compactación del terreno en estos puntos.

Si bien la planificación de los ensayos consideró réplicas, gradientes de humedad y lo necesario para tener estadísticamente relevancia, las limitaciones de tiempo, y la necesidad de transportar material cortado a Choluteca para su proceso, limitó la posibilidad de tener un elevado número de muestras para evaluación. Inicialmente, se consideró un metro de largo de cama para comparar tratamientos, buscando que ambos tratamientos tuvieran básicamente el mismo número de plantas por metro lineal o un número muy parecido, y varias réplicas.

El corte inicial de 1 m lineal de cultivo tuvo 10 plantas seguidas para cada tratamiento, sin embargo, la muestra del testigo resultó tener plantas muy poco homogéneas. Para mejorar la muestra y reducir la variabilidad entre plantas, se cortaron, adicionalmente, 2 metros lineales de cultivo, siempre buscando que la muestra tuviera aproximadamente el mismo número de plantas para poder tener comparaciones justas entre tratamientos. En la muestra de 2 metros lineales, el tratamiento Nano Gro tuvo 22 plantas y el testigo sólo 20, es decir el tratamiento Nano Gro tuvo en promedio 1 planta más que el testigo por metro lineal y por lo tanto se esperaba tuviera igual o menor peso por planta por tener mayor densidad de plantas. Contrario a lo esperado, los pesos promedio de absolutamente todas las variables evaluadas en el ensayo fueron consistentemente mayores en el Tratamiento Nano Gro. Además, este tratamiento tuvo plantas más parejas en grosor de tallo, peso promedio por planta y en número y peso de mazorcas. Este hecho, por sí solo, evidencia la utilidad del tratamiento Nano Gro para uniformizar las siembras de alta densidad y para obtener mejoras en biomasa cosechada por tener plantas y mazorcas más pesadas.

Tabla No.1_ Grosor de tallo en centímetros, peso total de planta, de mazorca sin pelar, de jilote sin pelar, y de mazorca más jilote, de plantas cortadas en 2 metros lineales de cultivo en los tratamientos Nano Gro y testigo absoluto. Finca El Carreto, 4 de Septiembre de 2020. San Francisco, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras.

Variable evaluada	Trat Nano Gro (n=22)	Trat Testigo (n=20)	P Prueba t	Diferencia en % en comparación con el testigo
Grosor de tallo en cm	7.27+1.13	6.46+1.57	0.06	12.54%
Peso total de planta en gramos	495.68+226.66 A	338.00+194.72 B	0.02	46.65%
Peso de mazorca sin pelar en gramos	187.78+88.15	141.16+90.31	0.10	33.03%
Peso de jilote sin pelar en gramos	18.11+15.38	13.60+15.55	0.35	33.16%
Peso de mazorca más jilote en gramos	205.89+96.81	154.77+94.87	0.09	33.03%

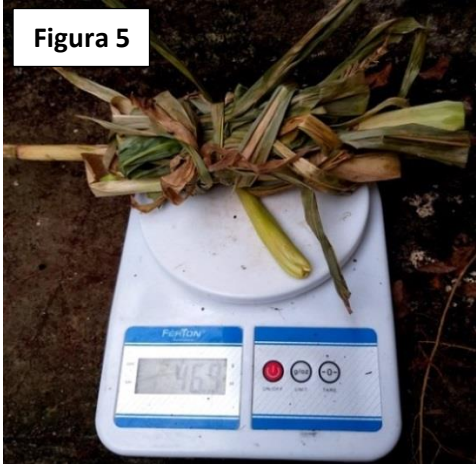
La Tabla No.1 muestra la marcada tendencia del tratamiento Nano Gro a tener todos los valores de las variables evaluadas por encima de los valores mostrados en el testigo, sin embargo, por el reducido número de muestras, únicamente el peso total de la planta fue significativamente mayor en el Tratamiento Nano Gro (495.68 gramos) que en el testigo (338.00 gramos) a $P = 0.02$. El grosor de tallo, el peso de mazorca sin pelar y el de mazorca más jilote muestran valores muy cercanos a la significancia estadística y muy probablemente ésta se hubiese presentado teniendo un mayor número de muestras evaluadas. Nótese además, que la variabilidad en las variables del tratamiento Nano Gro siempre es menor que en el testigo. Nano Gro tiende a uniformizar plantas tratadas, permitiéndole a cada planta nutrirse mejor por las mejoras en el sistema radicular que promueve el tratamiento. Si bien pudiera argumentarse que el número de muestras es pequeño y por lo tanto podría no ser realista, la consistencia en la superioridad de los resultados del Nano Gro en todas las variables, y el resultado para peso de planta a $P = 0.02$, indican que los resultados no son casualidad, y que se repetirán consistentemente al repetir pruebas similares en el tiempo.

En esta evaluación, el peso promedio de plantas del tratamiento Nano Gro es 157 gramos mayor que el peso promedio de las plantas testigo. Aun con valores menores a éste, si se tiene una población alta de plantas, se obtendrán resultados muy favorables en aumento de biomasa por unidad de área. A continuación, se plantea, de manera realista, algunas posibilidades de aumento en biomasa de plantas tratadas con Nano Gro considerando incrementos en peso que van de 100 a 150 gramos, en promedio, por planta (Tabla No.2). Estos cálculos están dentro del rango de incremento de biomasa encontrado para sorgo tratado con Nano Gro a la semilla y posteriormente con tratamiento foliar de una parte del ensayo a dosis de 1 perla en 9 litros de agua, con un incremento de 7 toneladas por manzana en comparación a su respectivo testigo. Dicho ensayo fue llevado a cabo en Namasigüe, departamento de Choluteca, con el productor local, Arturo Guillén, en el pasado mes de Julio.

Con esto en consideración, el incremento mínimo de entre 5 y 7 toneladas de maíz o de sorgo, teniendo tratamiento a la semilla (1 perla/mz) y además tratamiento foliar (4 a 6 perlas/mz) paga con creces su costo (Tabla No.2) si se considera el costo de la perla a \$10. Adicionalmente, se cuenta con mejoras nutricionales por la profundización de raíces y la consecuente absorción de nutrientes a los que, anteriormente, las plantas no tenían acceso. Valdría la pena hacer estudios adicionales para obtener análisis del forraje tratado con Nano Gro, y/o llevar registro de las posibles mejoras en engorde, comportamiento reproductivo y sanidad de los animales tratados con silo obtenido de forraje tratado y no tratado con Nano Gro.

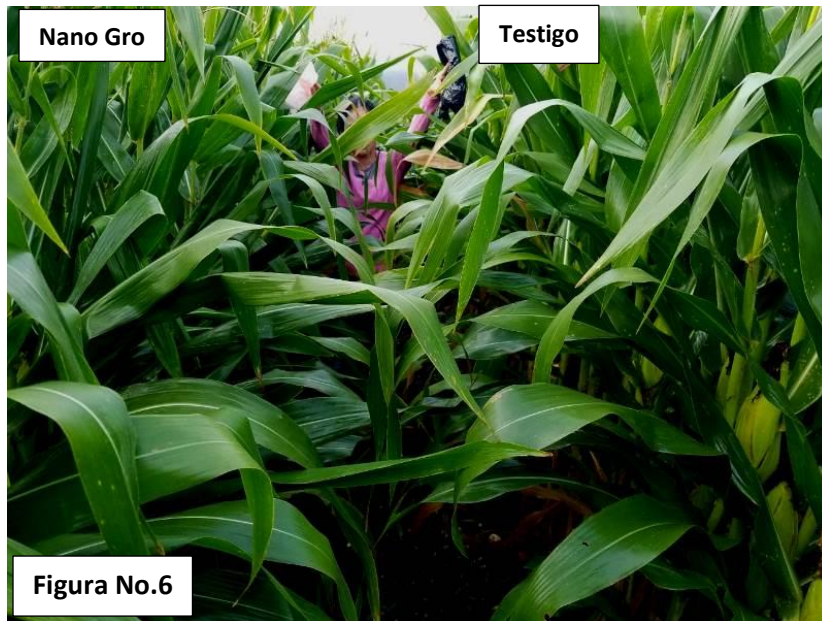
Tabla No.2._ Cálculo de aumento de tonelaje en biomasa de maíz para ensilaje de acuerdo al posible aumento de peso por planta del tratamiento Nano Gro en comparación con el testigo, considerando distintas densidades de siembra del maíz.

Densidad de Plantas	Peso adicional de planta: 0.100 Kg	Peso adicional de planta: 0.125 Kg	Peso adicional de planta: 0.150 Kg
70,000 plantas/mz	7000 Kg	8750 Kg	10500 Kg
60,000 plantas/mz	6000 Kg	7500 Kg	9000 Kg
50,000 plantas/mz	5000 Kg	6250 Kg	7500 Kg



Figuras No. 3, 4 y 5._ Medición del grosor de tallo con cinta métrica blanda, pesado de planta grande utilizando planta doblada metida dentro de un balde plástico que fue tarado y restado de la medición final, y pesado de planta de porte pequeño utilizando una balanza eléctrica.

En campo, si uno no se fija en detalles, las diferencias entre los tratamientos pueden pasar desapercibidas a simple vista, excepto tal vez por una diferencia en color verde más intenso en el tratamiento Nano Gro. Al agacharse y observar tallos de las plantas en el límite entre ambos tratamientos, sí es obvio que el tratamiento testigo tiene más hojas marchitas cubriendo los tallos y que los tallos tienen menor grosor que el tratamiento Nano Gro. Además, hay generalmente una menor uniformidad en el grosor de tallos en las plantas del tratamiento testigo (Figura No. 7). Por otro lado, al mirar el cultivo a la altura del pecho, se nota una mejor cobertura de follaje en el tratamiento Nano Gro que en el testigo (no logran verse los tallos porque están completamente cubiertos), tal y como se puede apreciar en la Figura No. 6.



Figuras No.6 y 7. Diferencias poco perceptibles a simple vista en volumen, color de follaje, y tallos de plantas entre el tratamiento Nano Gro (plástico blanco) y el testigo (plástico negro). En la Figura No.6, el tratamiento Nano Gro tiene tanto follaje que sus tallos no pueden verse, y en la Figura No.7 el tratamiento Nano Gro tiene tallos de grosor más homogéneo y con menor número de hojas muertas.

Tabla No. 3. _Suma de los pesos de el total de plantas contabilizadas, el total de elotes, jilotes y de la suma de elotes más jilotes en 3 metros lineales de cultivo, con corte de sólo una hilera de plantas de los tratamientos Nano Gro y testigo. Finca El Carreto, San Francisco, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras, 7 de Septiembre de 2020.

Variable	Trat Nano Gro (n=32)	Trat Testigo (n=30)	Diferencia entre tratamientos en Kg	Porcentaje de incremento
Suma total de pesos de plantas (kg)	18.075	13.810	4.265 Kg	30.88%
Suma Total de pesos de elote (kg)	6.931	5.781	1.150 Kg	19.89%
Suma total de pesos de jilote (kg)	0.729	0.493	0.236 Kg	47.87%
Suma total pesos elotes y jilotes (kg)	7.660	6.274	1.386 Kg	22.09%

Normalmente, en cultivos poco fertilizados, de pequeño productor de granos básicos o de hortalizas, que no cuenta con un programa nutricional balanceado, las diferencias en rendimiento y calidad de cosecha entre cultivos tratados y no tratados con Nano Gro suelen ser muy grandes. Curiosamente, las diferencias encontradas en este ensayo con maíz son grandes, a pesar de que la fertilización del cultivo fue muy buena. Además, los suelos sembrados habían sido utilizados anteriormente con sandía de la empresa Suragroh, por lo que se tenía fertilización residual del cultivo anterior. Esto implica que en granos básicos, como maíz y sorgo, utilizados a alta densidad para silo la posibilidad de incremento en tonelaje de biomasa es muy buena, aún con uso de fertilización abundante y balanceada.

Tabla No.4. _Características de las mazorcas cosechadas en los tratamientos de maíz para silo Nano Gro y testigo. Finca El Carreto, aldea San Francisco, municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, Honduras. Septiembre 7 de 2020.

Variable	Nano Gro (n=27)	Testigo (n= 27)	P prueba t
Peso promedio de mazorca pelada en gramos	173.33+47.32 A	147.60+52.35 B	0.035
Hileras de grano/mazorca	18.07+2.00	17.50+3.06	0.42
Granos de altura/mazorca	32.64+6.42	29.68+7,34	0.15
Número de granos (altura x hileras)	588.64+131.38	553.86+162.38	0.19

Nuevamente en todas las variables evaluadas con respecto a las mazorcas obtenidas de las plantas cortadas para evaluación, el tratamiento Nano Gro sobrepasa al testigo y en el peso promedio, en gramos, de mazorca pelada el tratamiento Nano Gro (173.33 gramos/mazorca) es

significativamente mayor a $P = 0.035$ que el testigo (147.60 gramos/mazorca). Este mayor peso de mazorca implica además mayor valor nutritivo de la biomasa obtenida y por lo tanto mayores ganancias para el productor.

Inicialmente, se tomaron 10 mazorcas de las plantas cortadas de cada tratamiento para hacer la evaluación de peso, número de granos, etc, teniendo el cuidado de seleccionar mazorcas del mismo tamaño y características para ambos tratamientos (Figura No. 8). Dado que con sólo 10 mazorcas no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, por el reducido número de muestras y por la selección de mazorcas homogéneas en ambos tratamientos, se tomó la decisión de evaluar 17 mazorcas restantes que estaban disponibles, al considerarse todas las plantas evaluadas (Tabla No. 4).



Figura 8._ Comparación de 10 mazorcas por tratamiento. Las mazorcas iniciales para comparación de tratamientos fueron escogidas procurando comparar tamaños similares. Rosado es Nano Gro, y negro es el testigo de la finca.

La Figura No.8 muestra visualmente mazorcas más anchas en el tratamiento Nano Gro que en el testigo, lo cual resulta evidente al mirar el espacio que ocupan éstas en relación a las cerámicas donde fueron colocadas. El tratamiento testigo tiene sólo una mazorca después de la línea límite de la cerámica en su lado derecho, mientras que el tratamiento Nano Gro sobrepasa el límite con 2 mazorcas, teniendo el mismo número de mazorcas evaluadas.



Figura 9._ Comparación de mazorcas restantes, después de evaluar las primeras 10 de tamaños similares, de ambos tratamientos. Nótese que el testigo (plástico negro) tuvo mayor número de mazorcas pequeñas y con menor llenado de grano, además de mayor daño por pudrición o gusano en punta que el tratamiento Nano Gro (teléfono rosado).

Nótese que en la Figura No. 9, que muestra la comparación de las restantes 17 mazorcas que quedaron fuera de la primera evaluación (Figura No.8), el testigo tiene mazorcas más pequeñas, con menor llenado de grano y con mayor daño por humedad y por gusanos que el tratamiento Nano Gro. Inclusive, aparece una mazorca sin llenado de grano en el tratamiento testigo. Una vez más, aún con un número de muestras reducido, las diferencias entre tratamientos siempre están a favor del tratamiento Nano Gro, y son muy consistentes. Hay diferencias significativas en el peso en gramos de mazorcas peladas, y además diferencias muy obvias de manera visual en las muestras de mazorcas evaluadas (Figuras No. 8 y 9).

Se concluye que el uso de Nano Gro en maíz para silo aumenta significativamente el peso de las plantas y de sus mazorcas, contribuyendo al incremento en cosecha de biomasa y de calidad nutritiva de la misma. Además, hay un incremento consistente en todas las demás variables evaluadas en el tratamiento Nano Gro en comparación con el testigo. El tratamiento con Nano Gro de aplicación foliar, utilizando 2 aplicaciones foliares entre la 4 y la 12ava hoja verdadera, a dosis de 1 perla en 9 litros de agua, promueve una mayor producción de biomasa del cultivo, con aumentos que pueden estar por arriba de las 5 toneladas de biomasa de maíz por manzana.