##### CAPITULO 4

1. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**RESULTADOS**

Los datos obtenidos de todas las variables fueron analizados mediante el análisis de varianza (ADEVA). Para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey al nivel de 5 % de probabilidad (P ≤ 0.05), el programa estadístico utilizado fue el SAS (SAS Institute 2001).

A continuación se muestra el resultado de todas las variables analizadas:

* **Rendimiento**

En el análisis de varianza se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos con respecto a la variable rendimiento, es decir se rechaza la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales y se acepta la hipótesis alternativa que al menos un tratamiento es diferente (Tabla 4.1).

**TABLA 4.1**

**Análisis de varianza del rendimiento en el cultivo de maíz con 6 tratamientos. CENAE 2004**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Fuente de Variación** | **Grados de Libertad** | **Suma de cuadrados** | **Cuadrado medio** | **Pr > F** |
| Total | 23 |  |  |  |
| Tratamiento | 5 | 13585960.3 | 2717192.1 | 0.0064\*\* |
| Repetición | 3 | 1051949.3 | 350649.8 | 0.59 NS |
| Error Experimental | 15 | 8026521.1 | 535101.4 |  |

Coeficiente de Variación = 15.37%

Media general = 4.760,19 Kg/Ha

Media nacional = 2.370 Kg/Ha

\*\* = Altamente significativo al 5 % de probabilidad

\* = Significativo al 5 % de probabilidad

N.S = No significativo

**TABLA 4.2**

**Separación de medias de la variable rendimiento evaluada con**

**Tukey al 5%**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Grupo** | **Promedio (kg/Ha)** | **Tratamiento** | **# de repeticiones** |
| A | 5.980 | 1  Urea | 4 |
| B A | 5.344 | 2  Urea + Zeolita | 4 |
| B A | 4.920 | 5  Zeolita | 4 |
| B A | 4.333 | 6  Testigo | 4 |
| B | 4.291 | 4  Humus + Zeolita | 4 |
| B | 3.693 | 3  Humus | 4 |



**Figura 4.1.** Rendimiento de los 6 tratamientos con sus diferencias estadísticas.

Con un nivel de significancia del 5% y bajo condiciones similares, en las cuales se efectuó el experimento se ve que los tratamientos evaluados difieren estadísticamente en alto grado de significancia, es decir que los tratamientos no produjeron el mismo efecto en el rendimiento, siendo el tratamiento urea el que mejor se comportó en relación al tratamiento humus y humus + zeolita; pero comparte significancia con el tratamiento urea + zeolita, zeolita y el testigo.

* **Altura de planta**

Con un nivel de significancia del 5%, no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, en ninguno de los 4 intervalos analizados, en relación a la altura de planta. No hubo ningún efecto de los tratamientos evaluados en ésta variable, es decir es válida la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales y se rechaza la hipótesis alternativa que los tratamientos son diferentes (Ver apéndice 2 y 10).

El modelo que más se ajustó a todas las regresiones de la variable altura de planta fue el cúbico (y = yo + ax + bx2 +cx3). Observando los 6 gráficos podemos ver un crecimiento similar. La curva de crecimiento presentó en forma total la fase logarítmica o exponencial, la fase lineal y la fase de declinación de la tasa de crecimiento en todos los tratamientos (Fig. 4.2 a Fig. 4.7).

 **Figura 4.2.** Regresión de altura de planta en el tratamiento 1 (Urea)



**Figura 4.3.** Regresión de altura de planta en el tratamiento 2 (U+Z)



**Figura 4.4.** Regresión de altura de planta en el tratamiento 3 (Humus)



**Figura 4.5.** Regresión de altura de planta en el tratamiento 4 (H+Z)



**Figura 4.6.** Regresión de la altura de planta en el tratamiento 5 (Zeolita)



**Figura 4.7.** Regresión de la altura de planta en el testigo absoluto

* **Diámetro del tallo**

En la variable diámetro del tallo se hicieron 4 lecturas en un intervalo de 15 días cada una. No se encontró diferencia significativa en ningún intervalo de tiempo, es decir se acepta la hipótesis nula de que todos los tratamientos son iguales (Ver apéndice 3 y 11).

* **Longitud de la mazorca**

Con un nivel de significancia del 5%, no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, en relación a la longitud de la mazorca. No hubo ningún efecto de los tratamientos evaluados en ésta variable, es decir es válida la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales y se rechaza la hipótesis alternativa que los tratamientos son diferentes (Ver apéndice 4 y 12).

* **Diámetro de la mazorca**

Con un nivel de significancia del 5%, no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, en relación al diámetro de la mazorca. No hubo ningún efecto de los tratamientos evaluados en ésta variable, es decir es válida la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales y se rechaza la hipótesis alternativa que los tratamientos son diferentes (Ver apéndice 5 y 13).

* **Número de granos de mazorcas**

Con un nivel de significancia del 5%, no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, en relación al número de granos de mazorcas. No hubo ningún efecto de los tratamientos evaluados en ésta variable, es decir se acepta la hipótesis nula de que todos los tratamientos son iguales (Ver apéndice 6 y 14).

* **Peso de las mazorcas**

Con un nivel de significancia del 5%, no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, en relación al peso de las mazorcas. No hubo ningún efecto de los tratamientos evaluados en ésta variable, es decir es válida la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales y se rechaza la hipótesis alternativa que los tratamientos son diferentes (Ver apéndice 7 y 15).

* **Peso de granos por mazorca**

Con un nivel de significancia del 5%, no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, en relación al peso de granos por mazorca. No hubo ningún efecto de los tratamientos evaluados en ésta variable, es decir es válida la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales y se rechaza la hipótesis alternativa que los tratamientos son diferentes (Ver apéndice 8 y 16).

* **Peso seco del follaje**

Con un nivel de significancia del 5%, no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, en relación a la longitud de la mazorca. No hubo ningún efecto de los tratamientos evaluados en ésta variable, es decir es válida la hipótesis nula de que los tratamientos son iguales y se rechaza la hipótesis alternativa que los tratamientos son diferentes (Ver apéndice 9 y 17).

**DISCUSIÓN**

En la variable rendimiento se obtuvieron resultados donde el promedio fue 4.760 Kg/Ha, cifra dos veces mayor del promedio obtenido a nivel nacional (2.370 Kg./Ha). Cabe mencionar que estos resultados fueron obtenidos de manera experimental, bajo condiciones controladas, razón por la cual, se consiguieron mejores rendimientos, en comparación a la media nacional, debido a la interacción de diversos factores de manejo agronómico.

Con relación a los tratamientos evaluados, en la variable rendimiento, éstos tuvieron significancia estadística, siendo el tratamiento urea (5.980 Kg/Ha) el que mejor se comportó en relación a los tratamientos humus (3.693 Kg/Ha) y humus + zeolita (4.291 Kg/Ha). Pero éste mismo tratamiento compartió significancia con los tratamientos urea + zeolita (5.344 Kg/Ha), zeolita (4.920 Kg/Ha) y el testigo (4.333 Kg/Ha).

Estos resultados de la variable rendimiento, coinciden con los obtenidos por Estrada (2003), quien en un experimento realizado con zeolita en el cultivo de arroz, encontró que el tratamiento urea (4.140 Kg/Ha), fue estadísticamente significativo con relación al testigo (2.320 Kg/Ha). Además menciona ésta investigadora, que el tratamiento urea, compartía significancia con el tratamiento urea + zeolita (3.950 Kg/Ha). Cabe mencionar que el porcentaje de zeolita empleada fue del 25%, a diferencia de este experimento que se uso un 20% de zeolita.

Según los datos obtenidos en este experimento, no se obtuvieron significancia estadística en las variables agronómicas del cultivo como altura de planta, diámetro del tallo, longitud de las mazorcas, diámetro de las mazorcas, granos por mazorca, y peso seco del follaje. Estos coincidieron con los obtenidos por Estrada (2003), en donde el comportamiento de las zeolitas en el cultivo del arroz fue similar.

Según los resultados de Avila, A, (2003), en experimentos realizados con la misma zeolita natural del BTEZ, en un ensayo de campo realizado en el CENAE, en el cultivo de pepino, tampoco encontró diferencias significativas en las variables de porcentaje de germinación, altura de planta y los en los porcentajes de floración y fructificación. Esto nos indica que posiblemente estas variables no son las indicativas cuando se quiere evaluar el efecto de las zeolitas (Estrada, 2003).

Mumpton, F. (1976), señala en una amplia revisión de trabajos realizados con zeolita, en cultivos como: maíz, sorgo, y trigo; que aunque las propiedades de las zeolitas han sido conocidas desde hace mucho tiempo, han sido en estos últimos años donde más trabajos se han experimentados, en sus aplicaciones física y químicas, existiendo diversos criterios ya que algunos investigadores han obtenido mayores producciones en sus ensayos, otros no han mostrado significancia estadística, en sus trabajos científicos, debido a la acción de las zeolitas.

Según el análisis económico realizado, los tratamientos de urea y urea + zeolita, en comparación al testigo absoluto, alcanzaron tasas de retorno marginales muy por encima de la tasa mínima de retorno del 100%. Las tasas fueron del 338% y 211% respectivamente. Esto nos indica que la inversión en ambos tratamientos es recuperada y además se obtiene una ganancia por cada dólar invertido de $3,4 y $ 2,1., respectivamente.

Según los resultados de los análisis de suelo realizados en las muestras de cada unidad experimental a los 15 dds, y 45 dds, éstos presentaron en general, que la concentración de los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio, y capacidad de Intercambio catiónico, no difirieron entre el primero y el segundo análisis efectuado.

En cuanto a los valores de pH, se encontraron variaciones entre los resultados del primer y segundo análisis, siendo los mismos 7,1 a 6,2 respectivamente, lo que indica que el pH del suelo, cambió desde neutro a ligeramente ácido. Esto posiblemente se deba a la interacción de varios factores, que interactúan en el mismo, tales como: origen del suelo, la lixiviación de elementos básicos y la fertilización nitrogenada (INPOFOS; 1988).