# CAPÍTULO 3

## 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los datos de las seis variables fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de varianza (ADEVA), que es utilizado para evaluar el diseño experimental de bloques completamente al azar.

En el análisis de resultados se utilizaron 2 tipos de métodos para la obtención de ADEVA:

1. Programa de Excel, herramienta de análisis de datos.

2 Programa SPSS, que permite procesar un ADEVA, y que proporciona la separación de medias y el nivel de significancia por la prueba de Tukey al nivel del 5% de probabilidad ($P \geq 0,05$) y Tamhane al 95% de confianza.

Las pruebas estadísticas se realizaron con el fin de aceptar o rechazar la hipótesis nula.

Hipótesis Nula (Ho): T1 = T2 = T3 = T4 = T5

Hipótesis Alternativa (Ha): T1 ≠ T2 ≠ T3 ≠ T4 ≠ T5

## 3.1. ANÁLISIS AGRONÔMICO

El resultado del análisis agronómico se lo efectuó con las siguientes variables:

### 3.1.1. Altura de Plantas

Esta variable parte de una altura, que fue medida horas antes de aplicarse los tratamientos, y considerada como la primera evaluación realizada a los 20 ddt, en el gráfico se observa el efecto de cada tratamiento y esta relación se presenta con la segunda y tercera evaluación que fueron diagnosticadas 68 ddt, y 120 ddt, respectivamente. Estas dos últimas analizadas con el ANOVA como primer y segundo diagnóstico, efectuadas después de la aplicación de los tratamientos. A continuación el análisis de comparación altura de plantas del primero y segundo diagnóstico. Ver gráfico 3.1 y gráfico 3.2.

**Primer Diagnóstico** (20 ddt – 68 ddt). Ver gráfico 3.1.

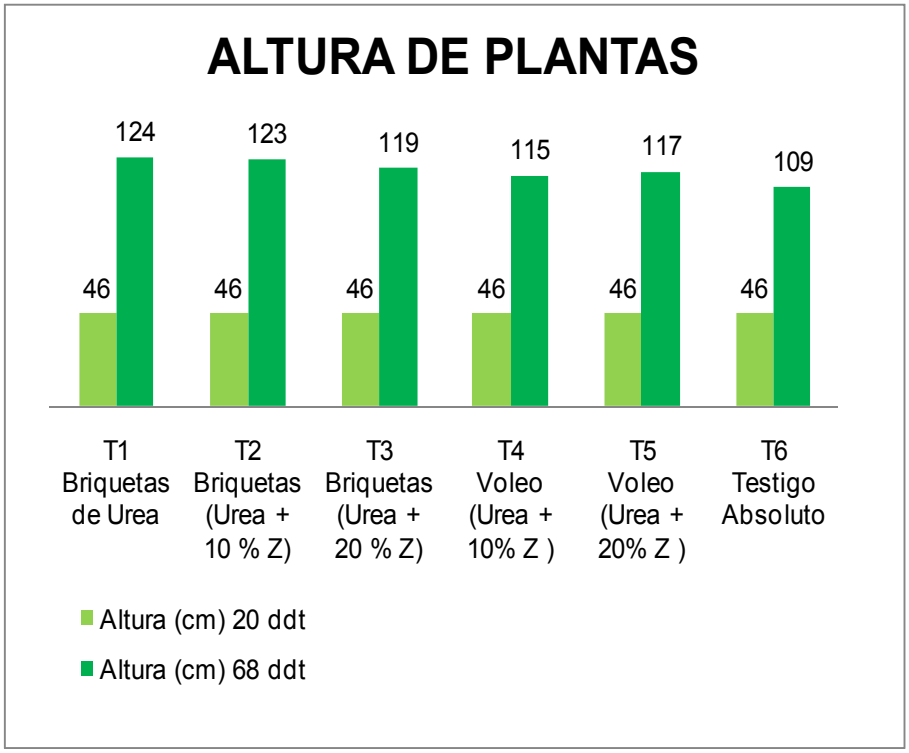


**GRÁFICO3.1.** ALTURA DE PLANTAS (Primer Diagnóstico)

Mediante el análisis estadístico (ANOVA) se determinó que en el primer diagnóstico de la variable altura de plantas (68 ddt), sí existen diferencias significativas, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa que indica que por lo menos un tratamiento es diferente como se muestra en la tabla 3.1.

**TABLA 3.1. ANOVA**
ALTURA DE PLANTAS (68 ddt)

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| **Inter-grupos** | **13985,304** | **5** | **2797,061** | **54,993** | **,000** |
| **Intra-grupos** | **27160,444** | **534** | **50,862** | | |
| **Total** | **41145,748** | **539** | | | |

El test de homogeneidad de varianzas, demostró en el primer diagnóstico de la variable altura de planta (68 ddt) que las varianzas de los tratamientos no son homogéneas, y que su significancia es de 0,006 como se muestra en la tabla 3.2.

**TABLA 3.2. Test de homogeneidad de varianzas**
ALTURA DE PLANTAS (68 ddt)

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|---|---|---|---|
| **3,287** | **5** | **534** | **,006** |

Una vez interpretado el test de homogeneidad de varianzas, se realizó el análisis de comparación múltiple de Tamhane, que indica que los tratamientos T1 y T2 son los mejores, y que estos

se observan en las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Ver tabla3.3.

**TABLAS 3.3. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE**
ALTURA DE PLANTAS (68 ddt)

| | TRATAMIENTO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| HSD de Tukey[a] | 6 | 90 | 109,0444 | | | |
| | 4 | 90 | | 114,7111 | | |
| | 5 | 90 | | 116,6444 | 116,6444 | |
| | 3 | 90 | | | 119,1333 | |
| | 2 | 90 | | | | 122,5778 |
| | 1 | 90 | | | | 124,3778 |
| | Sig. | | 1,000 | ,455 | ,180 | ,537 |

**Segundo Diagnóstico** (20 ddt, 68 ddt, 120 ddt). Ver gráfico 3.2.

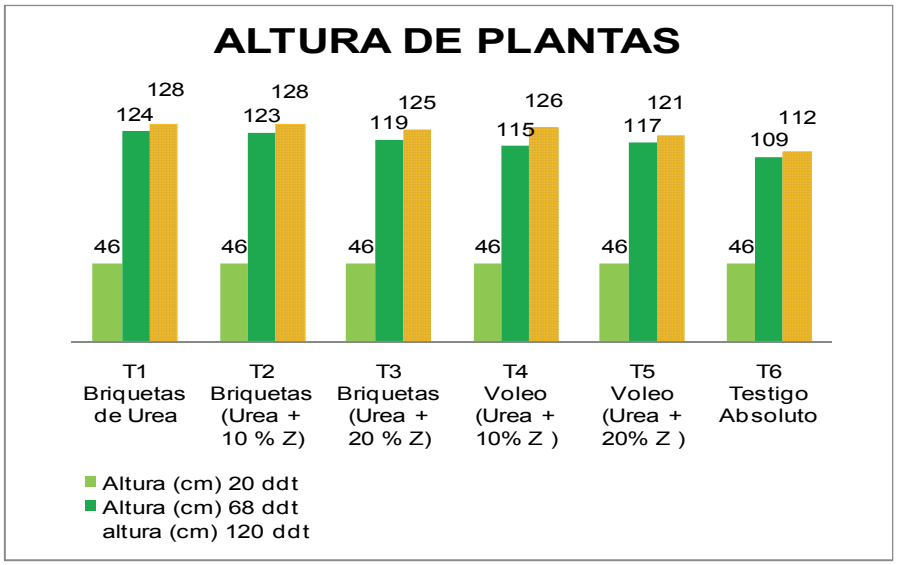


**GRÁFICO3.2.** ALTURA DE PLANTAS (Segundo Diagnóstico).

Mediante el análisis estadístico (ANOVA) se determinó que en el segundo diagnóstico de la variable altura de plantas (120 ddt), sí existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa que indica que por lo menos un tratamiento es diferente como se muestra en la tabla 3.4.

**TABLA 3.4. ANOVA**
ALTURA DE PLANTAS (120 ddt)

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Inter-grupos | 17195,504 | 5 | 3439,101 | 54,137 | ,000 |
| Intra-grupos | 33922,933 | 534 | 63,526 | | |
| Total | 51118,437 | 539 | | | |

El test de homogeneidad de varianza, demostró en el segundo diagnóstico de la variable altura de plantas (120 ddt), que las varianzas de los tratamientos no son homogéneas, debido a que su significancia es de 0,000 como se muestra en la tabla 3.5.

**TABLA 3.5. Test de homogeneidad de varianzas**
ALTURA DE PLANTAS (120 ddt)

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|---|---|---|---|
| 4,838 | 5 | 534 | ,000 |

Una vez interpretado el test de homogeneidad de varianzas, en el segundo diagnóstico de la variable altura de plantas (120 ddt), se aplicó el análisis de comparación múltiple Tamhane, que demostró que los tratamientos T1, T2 y T4 son los mejores,y que estadísticamente son iguales, como se muestra en las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Ver tabla 3.6.

**TABLAS 3.6. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE**
ALTURA DE PLANTAS (120 ddt)

| | | | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | TRATAMIENTO | N | 1 | 2 | 3 | 4 |
| HSD de Tukey[a] | 6 | 90 | 111,8000 | | | |
| | 5 | 90 | | 121,0889 | | |
| | 3 | 90 | | | 124,6000 | |
| | 4 | 90 | | | 125,6000 | 125,6000 |
| | 2 | 90 | | | 127,7778 | 127,7778 |
| | 1 | 90 | | | | 128,4889 |
| | Sig. | | 1,000 | 1,000 | ,082 | ,147 |

### 3.1.2. Número de Macollos

Esta variable parte con una lectura que fue medida horas antes de la aplicación de los tratamientos, y considerada como primera evaluación (20 ddt), lo que permite diferenciar el efecto de cada tratamiento contra puesto con la segunda evaluación que fue diagnosticada (68ddt). Esta última analizada con el ANOVA después de la aplicación de los tratamientos. A continuación el análisis de comparación de número de macollos por tratamientos. Ver grafico 3.3.

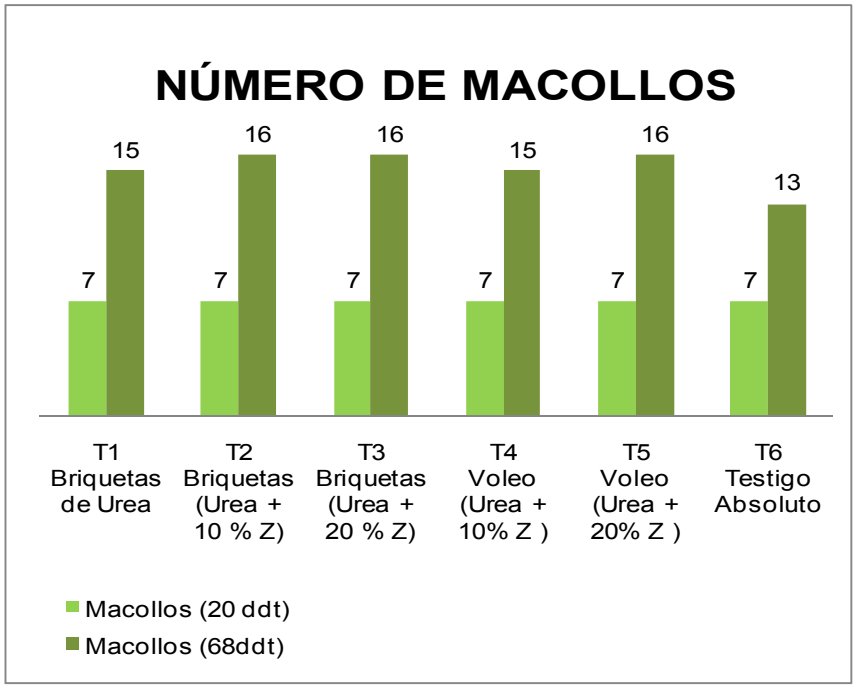


**GRÁFICO 3.3.** NÚMERO DE MACOLLOS (68 ddt)

El análisis estadístico (ANOVA) determinó en la variable número de macollos (68 ddt), que sí existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa,que todos los tratamientos son heterogéneos o tienen diferente efecto en dicha variable, así también se muestra el valor de significancia que es 0,000 como se observa en la tabla 3.7.

**TABLA 3.7. ANOVA**
NÚMERO DE MACOLLOS (68 ddt)

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Inter-grupos | 564,800 | 5 | 112,960 | 5,820 | ,000 |
| Intra-grupos | 10363,600 | 534 | 19,407 | | |
| Total | 10928,400 | 539 | | | |

El test de homogeneidad, demostró que las varianzas de los tratamientos no son iguales, debido que su significancia es de 0,00 como se muestra en la tabla 3.8.

**TABLA 3.8. Test de homogeneidad de Varianzas**
NÚMERO DE MACOLLOS (68 ddt)

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|---|---|---|---|
| 7,180 | 5 | 534 | ,000 |

Interpretado el test de homogeneidad de varianzas, se realizó el análisis de múltiple comparación de Tamhane, el cual muestra que los tratamientos T1, T4, T3, T5, T2, son los mejores y que también estadísticamente son iguales, como se prueba en las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.Ver tablas 3.9**.**

**TABLA 3.9. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE COMPARACIÓN**
NÚMERO DE MACOLLOS (68 ddt)

| | | | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|---|---|---|---|---|
| | TRATAMIENTO | N | 1 | 2 |
| HSD de Tukey[a] | 6 | 90 | 12,9556 | |
| | 1 | 90 | | 15,2333 |
| | 4 | 90 | | 15,2889 |
| | 3 | 90 | | 15,5000 |
| | 5 | 90 | | 15,6333 |
| | 2 | 90 | | 16,1889 |
| | Sig. | | 1,000 | ,693 |

### 3.1.3. Número de Espigas por Panículas

Para esta variable se recogieron 15 panículas entre plantas y por unidad experimental (120 ddt) para determinar el análisis de

varianzas. A continuación el análisis de la variable número de espigas por panículas. Ver grafico 3.4.

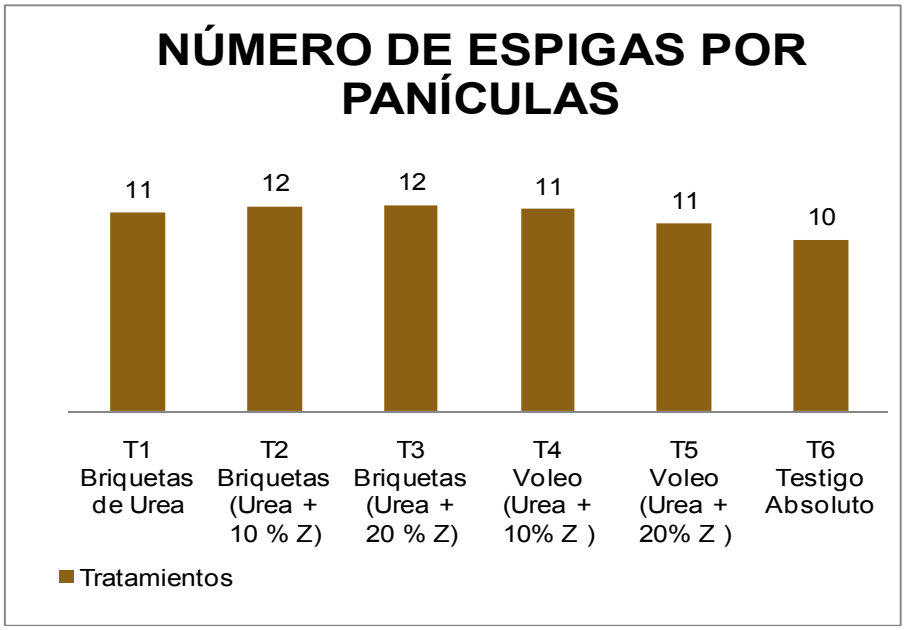


**GRÁFICO 3.4.** NÚMERO DE ESPIGAS POR PANÍCULA

El análisis estadístico (ANOVA) determinó en la variable número de espigas por panículas (120 ddt), que sí existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa que todos los tratamientos son heterogéneos o tienen diferente efecto, también se comprobó el valor de significancia que fue 0,000 como se observa en la tabla 3.10

**TABLA 3.10. ANOVA**
NÚMERO DE ESPIGAS POR PANÍCULAS

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Inter-grupos | 129,141 | 5 | 25,828 | 7,887 | ,000 |
| Intra-grupos | 864,489 | 264 | 3,275 | | |
| Total | 993,630 | 269 | | | |

El test de homogeneidad, demostró que las varianzas de los tratamientos son homogéneas, por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa también se comprueba que su significancia es de 0,146, como se muestra en la tabla 3.11.

**TABLA 3.11. Test de homogeneidad de Varianzas**
NÚMERO DE ESPIGAS POR PANÍCULAS

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|---|---|---|---|
| 1,654 | 5 | 264 | ,146 |

Interpretado el test de homogeneidad de varianzas, se realizó el análisis de múltiple comparación de Tukey al 5%, que demuestra que los tratamientos T5, T1, T4, T2, T3, son los

mejores y estadísticamente son iguales, también se comprueba que T6 no es mejor y estadísticamente es igual a T5, pero diferente a T1, T4, T2, T3, como se manifiesta en las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.Ver tablas 3.12.

**TABLA 3.12. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE COMPARACIÓN**
NÚMERO DE ESPIGAS POR PANÍCULAS

| | | | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|---|---|---|---|---|
| | TRATAMIENTO | N | 1 | 2 |
| HSD de Tukey[a] | 6 | 45 | 9,6889 | |
| | 5 | 45 | 10,6222 | 10,6222 |
| | 1 | 45 | | 11,2444 |
| | 4 | 45 | | 11,4222 |
| | 2 | 45 | | 11,5778 |
| | 3 | 45 | | 11,6667 |
| | Sig. | | ,144 | ,071 |

### 3.1.4 Granos Llenos y Vanos por Panícula

Para esta variable se recogieron 5 panículas por cada unidad experimental y por cada bloque, considerando en las tres repeticiones de los tratamientos 15 panículas, acumulando un total 90 panículas en el experimento. Esta labor se la realizo (120 ddt) en la cosecha final. A continuación se presenta el análisis granos llenos y vanos. Ver gráfico 3.5.

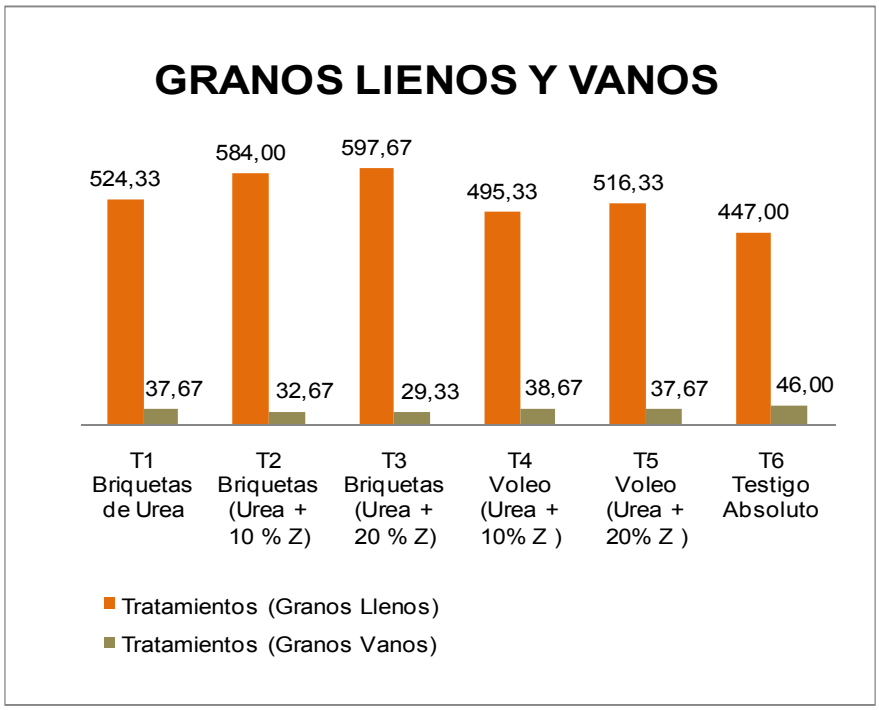


**GRÁFICO 3.5.** GRANOS LIENOS Y VANOS

El análisis estadístico (ANOVA) determinó en la variable granos llenos, que sí existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, que todos los tratamientos son heterogéneos, con respecto a los granos vanos se acepta la hipótesis nula debido que el valor de significancia fue de 0,186 como se observa en la tabla 3.13.

**TABLA 3.13. ANOVA**
GRANOS Llenos Y VANOS

| | | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GRANOS LLENOS | Inter-grupos | 47295,778 | 5 | 9459,156 | 148,833 | ,000 |
| | Intra-grupos | 762,667 | 12 | 63,556 | | |
| | Total | 48058,444 | 17 | | | |
| GRANOS VANOS | Inter-grupos | 486,667 | 5 | 97,333 | 1,804 | ,186 |
| | Intra-grupos | 647,333 | 12 | 53,944 | | |
| | Total | 1134,000 | 17 | | | |

El test de homogeneidad, demostró que las varianzas en granos llenos son homogéneas, por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa, con respecto a la variable granos vanos también se acepta la hipótesis nula debido a que su significancia es 0,052 como se muestra en la tabla3.14

**TABLA 3.14. Test de homogeneidad de Varianzas**
GRANOS LIENOS Y VANOS

| | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|---|---|---|---|---|
| GRANOSLLENOS | ,536 | 5 | 12 | ,746 |
| GRANOSVANOS | 3,056 | 5 | 12 | ,052 |

Efectuado el test de homogeneidad de varianzas, se realizó el análisis de múltiple comparación Tukey al 5%, que demuestra que los tratamientos para granos llenos, T3 con T2, T1 con T5, y T3, T5 son similares, pero estadísticamente son diferentes. Sin embargo para la variable granos vanos, todos los tratamientos son similares, así como también estadísticamente son iguales como se presenta en las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.Ver tablas: 3.15 y 3.16.

**TABLA 3.15. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE COMPARACIÓN**
GRANOS LIENOS

| | | | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | TRATAMIENTO | N | 1 | 2 | 3 | 4 |
| HSD de Tukey[a] | 6 | 3 | 447,00 | | | |
| | 4 | 3 | | 495,33 | | |
| | 5 | 3 | | 516,33 | 516,33 | |
| | 1 | 3 | | | 524,33 | |
| | 2 | 3 | | | | 584,00 |
| | 3 | 3 | | | | 597,67 |
| | Sig. | | 1,000 | ,062 | ,815 | ,348 |

**TABLA 3.16. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE COMPARACIÓN**
GRANOS VANOS

| | TRATAMIENTO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |
|---|---|---|---|
| | | | 1 |
| HSD de Tukey[a] | 3 | 3 | 29,33 |
| | 2 | 3 | 32,67 |
| | 1 | 3 | 37,67 |
| | 5 | 3 | 37,67 |
| | 4 | 3 | 38,67 |
| | 6 | 3 | 46,00 |
| | Sig. | | ,129 |

## 3.2. Análisis Económico

El análisis económico se lo realizó con cada uno de los costos de producción de los tratamientos los que fueron proyectados a ha (Ver ANEXOS: 13; 14; 15; 16; 17; 18). Para analizarlo se consideró los siguientes parámetros: rendimiento / ha, costo de producción / ha, ingreso neto / ha, ganancias por (sacas 205 lb) y rentabilidad; por lo que se indica que de acuerdo al rendimiento, se determina que T3 (68.40) fue el mejor tratamiento, seguido de T2 (67.18); T1 (61.24); T5 (53.19); T4 (49.02); T6 (39.52), respectivamente. Los costos de producción por hectárea tuvieron la siguiente ubicación de mayor a menor: T3 ($ 943.80), T2 ($ 907.45), T1 ($ 869.66), T5 ($ 791.97), T4

($ 758,97), T6 ($ 601,48). Con respecto al análisis del ingreso neto por hectárea, se comprobó que T2 ($973.60) fue el mejor tratamiento, seguido de T3 ($971.40), T1 ($845.06), T5 ($697.35), T4 ($614.06), T6 ($505.08). Se determina en T2, T3 y T1 que la tecnología (APBU) complementada con la zeolita (Clinoptilolita) produce efectos con rendimientos muy beneficiosos y representativos. También se analiza que la demanda por horas de la tecnología (APBU) aunque genera costos elevados los rendimientos de producción (sacas 205 lb/ha) para T3 Briquetas (Urea + 20% Z) siguen siendo favorables, así como también para T2 Briquetas (Urea + 10% Z) y T1 (Briquetas de Urea), representando ganancias por (sacas 205 lb/ha) de ($14.20), ($ 14,49), ($13.80), siendo el mejor en este análisis T2 que corresponde a la tecnología (APBU) con zeolita al 10%. T4y T5 obtuvieron ganancias netas de ($ 12.53) y ($ 13.11). T6 alcanzó ($12,78) por lo que se analiza que su costo de producción resultó muy económico y su rendimiento fue el mas bajo en producción. Finalmente se analiza la rentabilidad en dólares (USD), que determina que la tecnología APBU concentrada con zeolita sigue siendo la mejor representando los siguientes valores: T2 ($107,29), T3 ($102.92) y T1 ($97.17), seguidos de la tecnología tradicional T5 ($88.05) y T4 ($80.96), T6 alcanzó ($83.97). Ver (tabla 3.17). A continuación se presentan los Gráficos (3.6; 3.7;3.8), exponiendo un análisis de resultado gráfico.

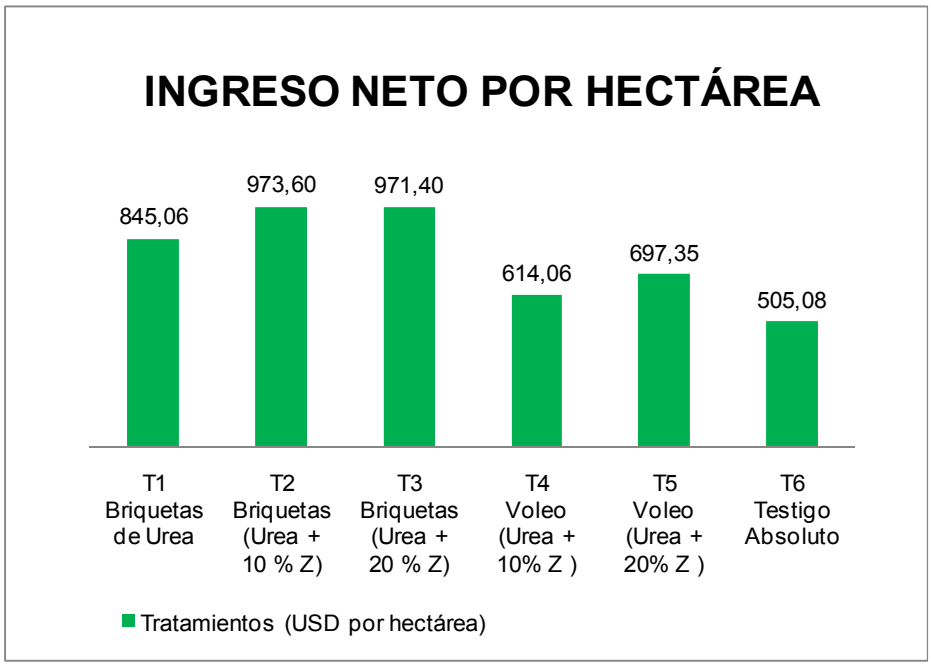


**GRÁFICO 3.6.** INGRESO NETO (USD) POR HECTÁREA

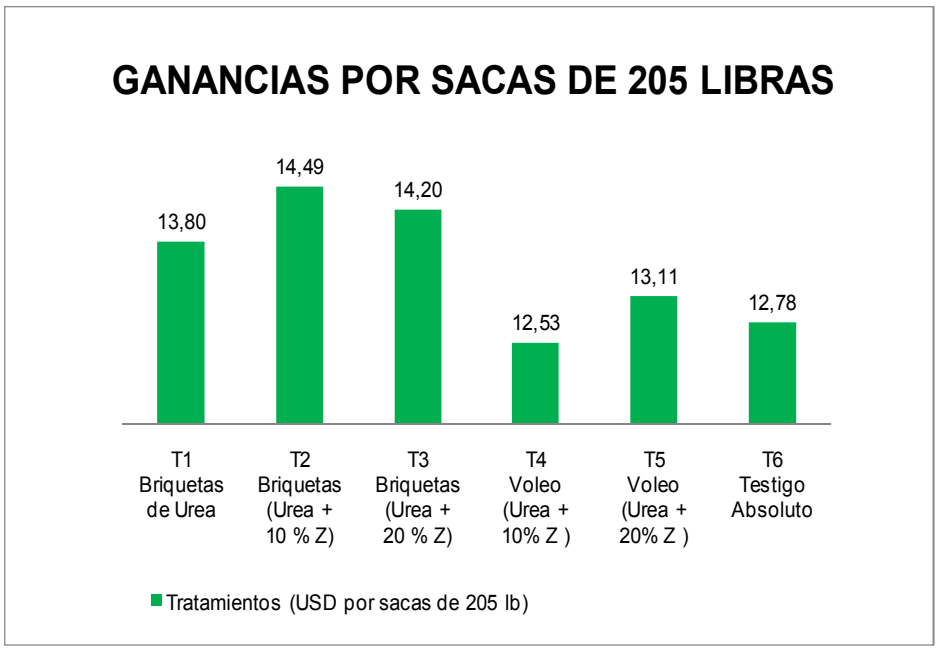


**GRÁFICO 3.7.** GANANCIAS (USD) POR SACAS DE 205 LIBRAS

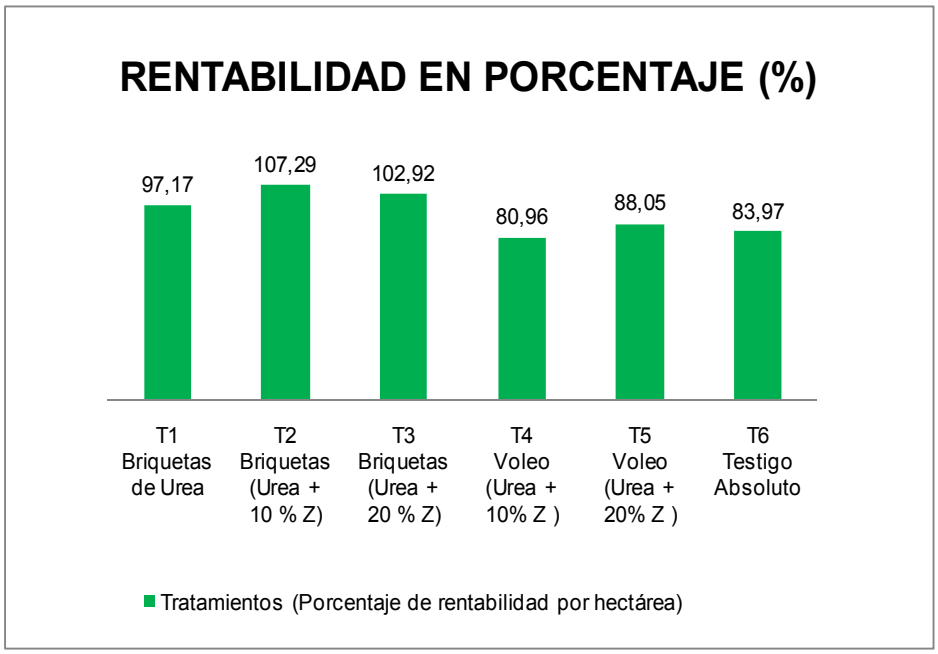


**GRÁFICO 3.8.** RENTABILIDAD EN PORCENTAJE (%)

**TABLA 3.17.** ANÁLISIS ECONÓMICO POR HECTÁREA

| ANÁLISIS ECONÓMICO | Unidad | T1 (Briquetas de Urea) | T2 (Briqueta de Urea con 10% Zeolita) | T3 (Briqueta de Urea con 20% Zeolita) | T4 Voleo (Urea +10 % de Zeolita ) | T5 Voleo (Urea +20 %de Zeolita ) | T6 (Testigo Absoluto) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RENDIMIENTO ESTIMADO | Saca 205 lb. | 61,24 | 67,18 | 68,40 | 49,02 | 53,19 | 39,52 |
| PRECIO | $/Saca 205 lb. | 28,00 | 28,00 | 28,00 | 28,00 | 28,00 | 28,00 |
| VALOR DE LA PRODUCCIÓN | $ | 1714,72 | 1881,04 | 1915,20 | 1372,56 | 1489,32 | 1106,56 |
| COSTO DE PRODUCIÓN POR HECTÁREA | $ | 869,66 | 907,45 | 943,80 | 758,51 | 791,97 | 601,48 |
| INGRESO NETO POR HECTÁREA | $ | 845,06 | 973,60 | 971,40 | 614,06 | 697,35 | 505,08 |
| COSTO/Saca 205 lb. | $ | 14,20 | 13,51 | 13,80 | 15,47 | 14,89 | 15,22 |
| GANANCIA POR Saca 205 lb. | $ | 13,80 | 14,49 | 14,20 | 12,53 | 13,11 | 12,78 |
| RELACIÓN BENEFICIO/COSTO | | 1,97 | 2,07 | 2,03 | 1,81 | 1,88 | 1,84 |
| RENTABILIDAD | % | 97,17 | 107,29 | 102,92 | 80,96 | 88,05 | 83,97 |

### 3.3. Análisis de Producción

Para realizar este análisis se cosecharon todas las parcelas clasificándolas con sus respectivos tratamientos, posterior a esta labor se midió el peso total de la cosecha de los tratamientos en libras, así como también fue proyectado a hectárea y tabulado en sacas de 205 libras. A continuación se presenta el análisis de la variable producción. Ver gráfico 3.9.

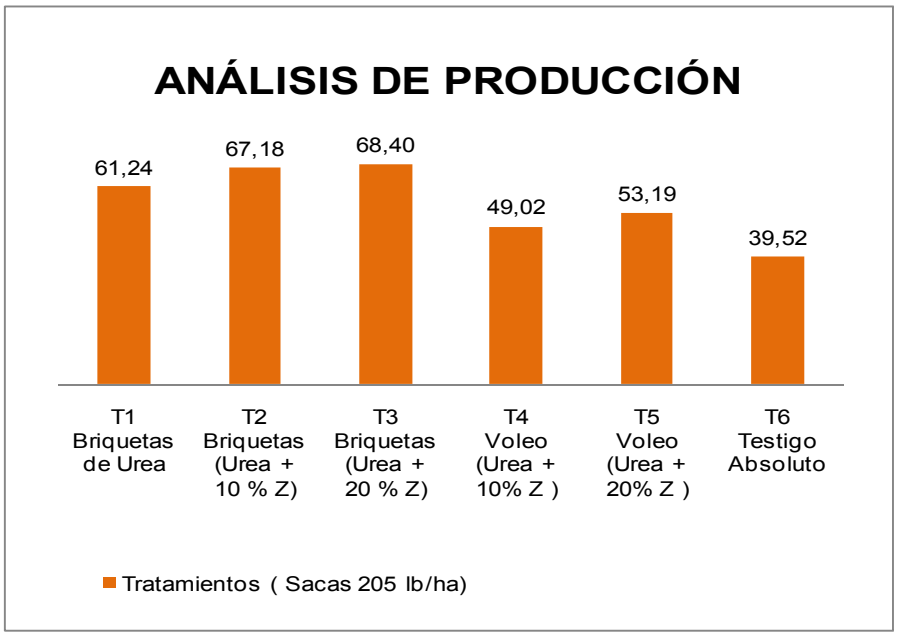


**GRÁFICO 3.9.** ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN(sacas 205 lb / ha)

El análisis estadístico (ANOVA) determinó en la variable producción de arroz, que sí existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula que todos los tratamientos son homogéneos o iguales y se acepta la alternativa, debido que el valor

de significancia estadística fue de 0,000 como se detalla en la tabla 3.18.

**TABLA 3.18. ANOVA**
ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Inter-grupos | 1899,791 | 5 | 379,958 | 244,381 | ,000 |
| Intra-grupos | 18,657 | 12 | 1,555 | | |
| Total | 1918,448 | 17 | | | |

El test de homogeneidad, demostró que las varianzas de los tratamientos son homogéneas o iguales por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa, también se comprueba que su significancia es de 0,686,como se manifiesta en la tabla 3.19.

**TABLA 3.19. Test de homogeneidad de Varianzas**
ANÁLISIS DE PRODUCCION

| Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|---|---|---|---|
| ,623 | 5 | 12 | ,686 |

Realizado el test de homogeneidad de varianzas, se efectuó el análisis de múltiple comparación Tukey al 5%, que demuestra que los tratamientos T3 y T2 son los mejores y estadísticamente iguales.T1,

T5, T4, T6, no son semejantes, pero estadísticamente son iguales debido a que su significancia es de 1,000, como se presenta en las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.Ver tabla 3.20.

**TABLA 3.20. ANÁLISIS DE MÚLTIPLE COMPARACIÓN**
ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN

| | TRATAMIENTO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| HDS de Tukey[a] | 6 | 3 | 39,5233 | | | | |
| | 4 | 3 | | 49,0200 | | | |
| | 5 | 3 | | | 53,1833 | | |
| | 1 | 3 | | | | 61,2400 | |
| | 2 | 3 | | | | | 67,1800 |
| | 3 | 3 | | | | | 68,4000 |
| | | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | ,830 |