



EL EFECTO COMBINADO DE RIEGO DÉFICIT Y LA TECNOLOGÍA DE REFUERZO DE PLANTA KYMINASI SOBRE EL MAIZ



INFORME DEL JUICIO Y
ANÁLISIS FINAL

Presentado por: HIFNI Amine

Supervisado por: Pr. ABOUABDILLAH Aziz

Comentado (en rojo) por: Ozzie Freedom, Harvest Harmonics Corp, diciembre de 2024

ENA Meknès – École Nationale d'Agriculture de Meknès – Escuela Nacional de Agricultura, Marruecos. junio 2024



Describir

01. Materiales y métodos
02. Resultados y discusión
03. Conclusión
04. Recomendaciones
05. Glosario

Materiales y métodos

Introducción

Material y métodos

Resultados

Conclusión y
Recomendaciones

La trama experimental

| | |
|---|-------------------------------------|
|  | Mequinez, Mequinez, Marruecos |
| Área de la parcela | 0,33 hectáreas |
| Espaciamiento | 0,7*0,12 m |
| Tasa de siembra | 100000 plantas/Ha |
| Fecha de plántula | 22 de marzo de 2024 |
| Fecha de cosecha | 22 de julio de 2024 |



Introducción

Material y métodos

Resultados

Conclusión y
Recomendaciones

La trama experimental

| Treatment Number | Description |
|------------------|--|
| T1 | 100% ETC* application without Kyminasi |
| T2 | 100% ETC application + Kyminasi |
| T3 | 80% ETC application without Kyminasi |
| T4 | 80% ETC application + Kyminasi |
| T5 | 60% ETC application without Kyminasi |
| T6 | 60% ETC application + Kyminasi |

*

ETC: Evapotranspiración de cultivos

Introducción

Material y métodos

Resultados

Conclusión y
Recomendaciones

Composición granulométrica y parámetros químicos del suelo

| Parámetros | Valor |
|-------------------|-------|
| Arena (%) | 16.1 |
| Limo (%) | 36.3 |
| Arcilla (%) | 47.6 |
| pH | 7,74 |
| Caliza total (%) | 12.8 |
| Caliza activa (%) | 6.3 |

Por Ferticonseil en ENA, Meknès, Marruecos



Introducción

Material y métodos

Resultados

Conclusión y
Recomendaciones

Gestión del riego

Extracto del programa de riego para el tratamiento de control de ETc al 100%

| DATES | Mois | Tmin | Tmax | Tmean | GDU's | %P | ET0 (mm) | Précipitations (mm) | Réserve (mm) | D.A.S | Escenario | Kc | ETC (mm) | NB apports réel |
|------------|------|-------|-------|--------|-------|------|----------|---------------------|--------------|-------|-----------|------|----------|-----------------|
| 29-avr.-24 | 4 | 6,89 | 15,26 | 13,075 | 369 | 0,29 | 1,70 | 6,4 | 13,86 | 37 | Dev. | 0,80 | 1,36 | 0 |
| 30-avr.-24 | 4 | 5,5 | 17,28 | 13,39 | 374 | 0,29 | 2,10 | 0,0 | 17,62 | 38 | Dev. | 0,80 | 1,68 | 0 |
| 1-mai-24 | 5 | 5,78 | 19,71 | 14,745 | 381 | 0,31 | 2,70 | 0,0 | 15,94 | 39 | Dev. | 0,80 | 2,16 | 0 |
| 2-mai-24 | 5 | 8,19 | 18,82 | 15,505 | 389 | 0,31 | 2,40 | 0,0 | 13,78 | 40 | Dev. | 0,80 | 1,92 | 0 |
| 3-mai-24 | 5 | 4,74 | 24,81 | 16,775 | 398 | 0,31 | 3,90 | 0,0 | 11,86 | 41 | Dev. | 0,80 | 3,12 | 0 |
| 4-mai-24 | 5 | 7,36 | 26,52 | 18,94 | 409 | 0,31 | 4,50 | 0,0 | 8,74 | 42 | Dev. | 0,80 | 3,60 | 0 |
| 5-mai-24 | 5 | 7,88 | 26,19 | 19,035 | 420 | 0,31 | 4,10 | 0,0 | 5,14 | 43 | Dev. | 0,80 | 3,28 | 0 |
| 6-mai-24 | 5 | 12,24 | 23,77 | 20,005 | 432 | 0,31 | 3,10 | 0,0 | 1,86 | 44 | Dev. | 0,80 | 2,48 | 0 |
| 7-mai-24 | 5 | 8,67 | 29,02 | 20,845 | 445 | 0,31 | 4,60 | 0,0 | 0,00 | 45 | Dev. | 0,80 | 3,68 | 2 |
| 8-mai-24 | 5 | 13,71 | 32,68 | 25,195 | 461 | 0,31 | 4,90 | 0,0 | 0,00 | 46 | Dev. | 0,80 | 3,92 | 2 |
| 9-mai-24 | 5 | 12,29 | 31,92 | 24,105 | 476 | 0,31 | 4,40 | 0,0 | 0,00 | 47 | Dev. | 1,00 | 4,40 | 3 |
| 10-mai-24 | 5 | 15,2 | 32,92 | 26,06 | 493 | 0,31 | 4,30 | 0,0 | 0,00 | 48 | Dev. | 1,00 | 4,30 | 2 |
| 11-mai-24 | 5 | 15,89 | 30,35 | 25,12 | 510 | 0,31 | 3,90 | 0,0 | 0,00 | 49 | Dev. | 1,00 | 3,90 | 2 |
| 12-mai-24 | 5 | 15,1 | 26,29 | 22,695 | 524 | 0,31 | 3,20 | 0,0 | 0,00 | 50 | Dev. | 1,00 | 3,20 | 2 |
| 13-mai-24 | 5 | 13,62 | 25,92 | 21,77 | 538 | 0,31 | 3,40 | 0,0 | 0,00 | 51 | Dev. | 1,00 | 3,40 | 2 |

| IRRIGATION | |
|-----------------|-------------|
| f | 0,05 |
| Psh (%) | 80,0% |
| RFU (mm) | 52 |
| DNM (mm) | 2,07 |

Requerimientos de agua

$$ETc = Kc \cdot ET0$$

Agua fácilmente disponible (RAW)

$$RAW = f \cdot (HFC - HPWP) \cdot Rd \cdot PH$$

| Maize | |
|-----------|------|
| Escenario | Kc |
| Dev. | 0,80 |
| Init. | 0,30 |
| Late | 0,60 |
| Mid. | 1,20 |
| Fao 56 | |

Introducción

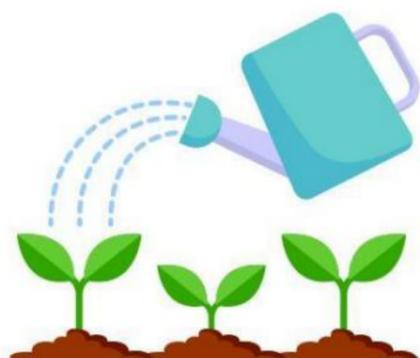
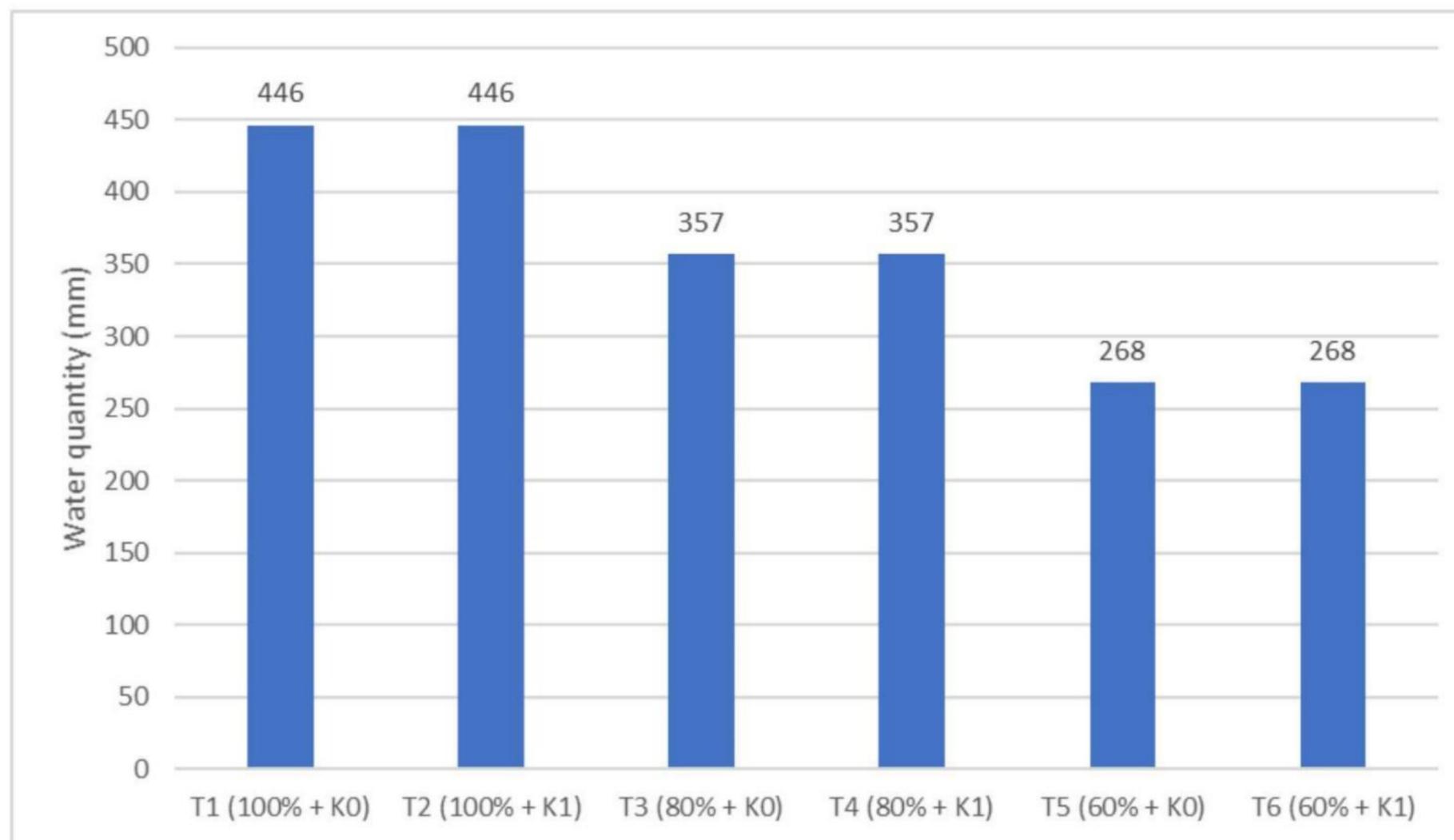
Material y métodos

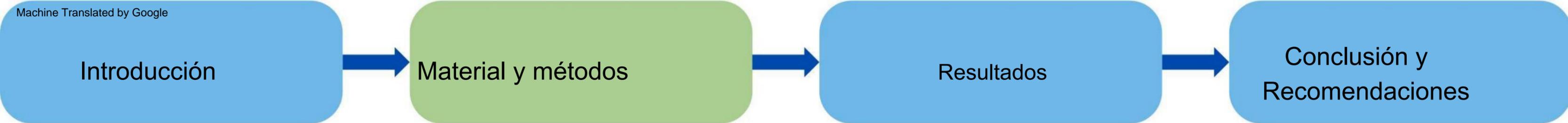
Resultados

Conclusión y Recomendaciones

Gestión del riego

La cantidad de agua (entregada a las plantas) por hectárea en cada tratamiento





Monitoreo de parámetros

Parámetros de crecimiento y desarrollo

Diámetro del collar

Altura



Introducción

Material y métodos

Resultados

Conclusión y Recomendaciones

Monitoreo de parámetros

Parámetros ecofisiológicos

Clorofila

Estomático conductancia



Introducción

Material y métodos

Resultados

Conclusión y Recomendaciones

Monitoreo de parámetros

Medición destructiva



Potencial hídrico de las hojas

Producir



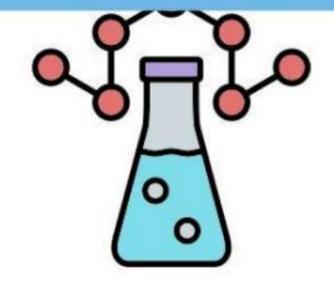
Introducción

Material y métodos

Resultados

Conclusión y Recomendaciones

Monitoreo de parámetros



Bioquímico análisis

Contenido de prolina

Proteína



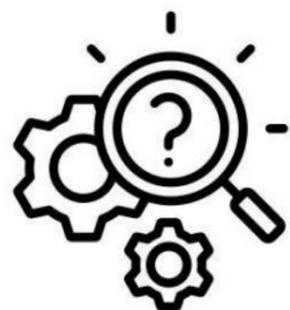
Introducción

Material y métodos

Resultados

Conclusión y
Recomendaciones

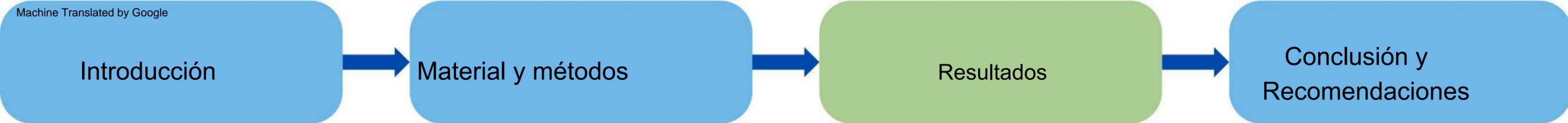
Análisis y tratamiento de datos



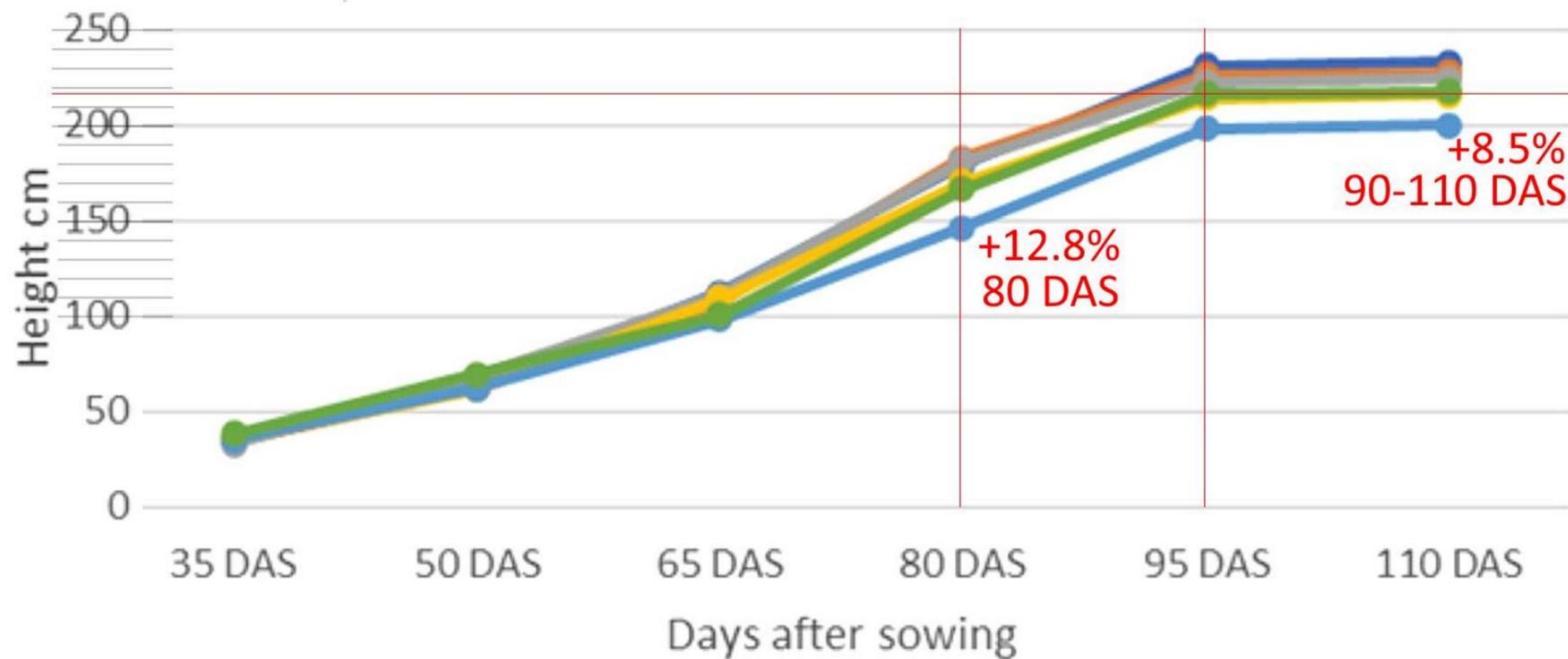
Los datos fueron analizados y tratado con dos importantes programas que son



Resultados y discusión



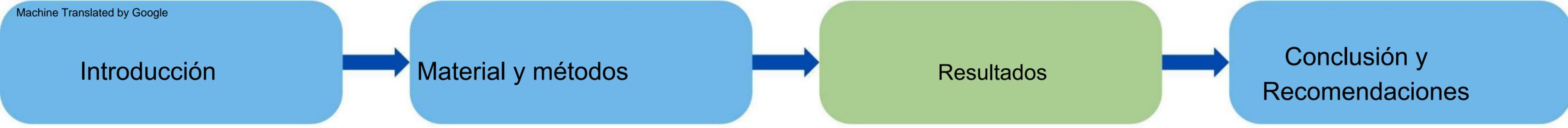
➔ Evolución de la altura



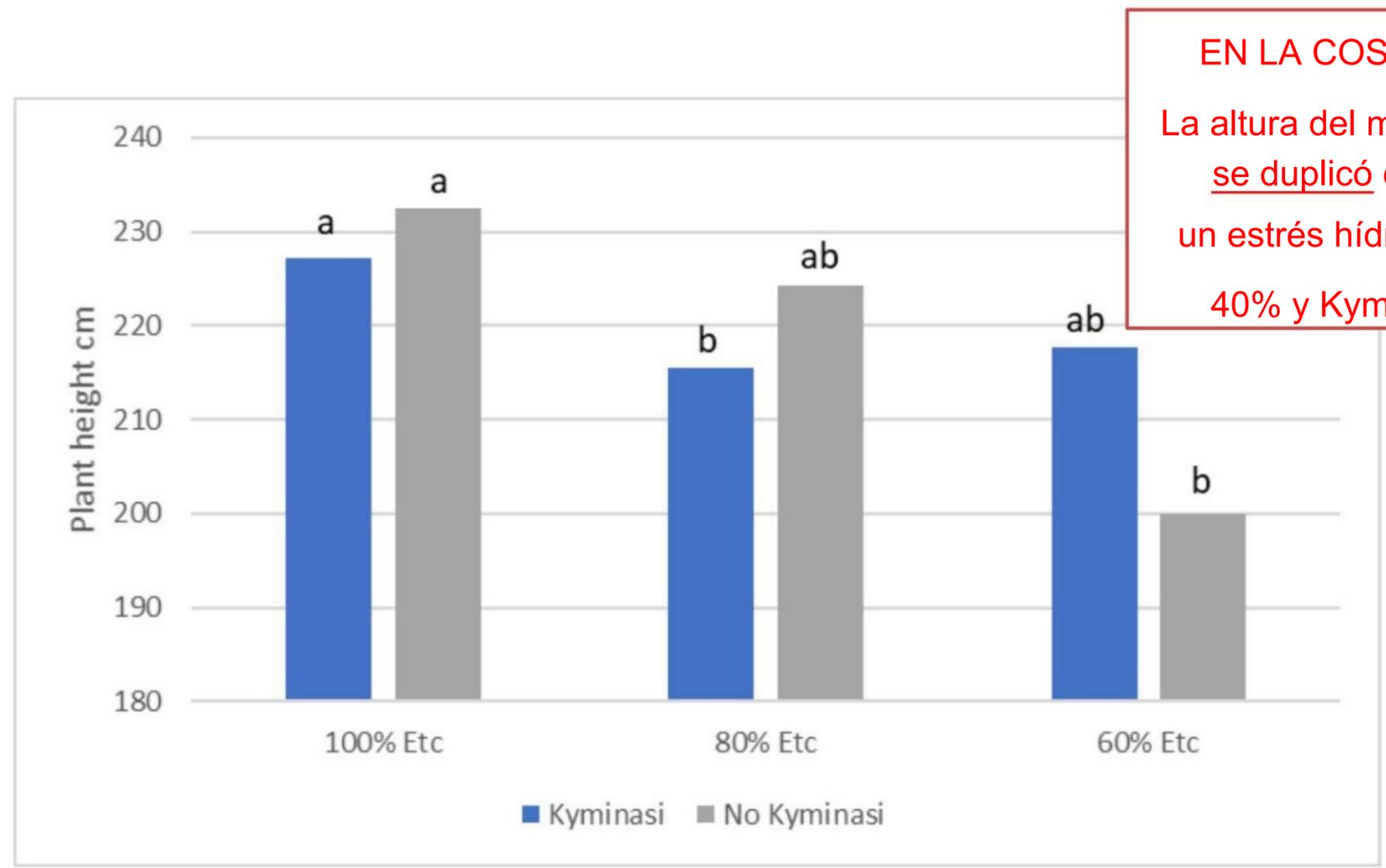
EN ETAPAS DE CRECIMIENTO:
 Con un estrés hídrico del 40% y Kyminasi, las plantas de maíz fueron un 12,8% más altas a los 80 DAS y un 8,5% más altas a los 90-110 DAS.

- T1 (100% + K0)
- T2 (100% + K1)
- T3 (80% + K0)
- T4 (80% + K1)
- T5 (60% + K0)
- T6 (60% + K1)

K1: con Kyminasi
 K0: sin Kyminasi



➔ **Altura en el momento de la cosecha**



EN LA COSECHA:
 La altura del maíz casi se duplicó con un estrés hídrico del 40% y Kyminasi

| | |
|------|----|
| Yo | * |
| K | ns |
| K*DI | ns |

K1: con Kyminasi
 K0: sin Kyminasi

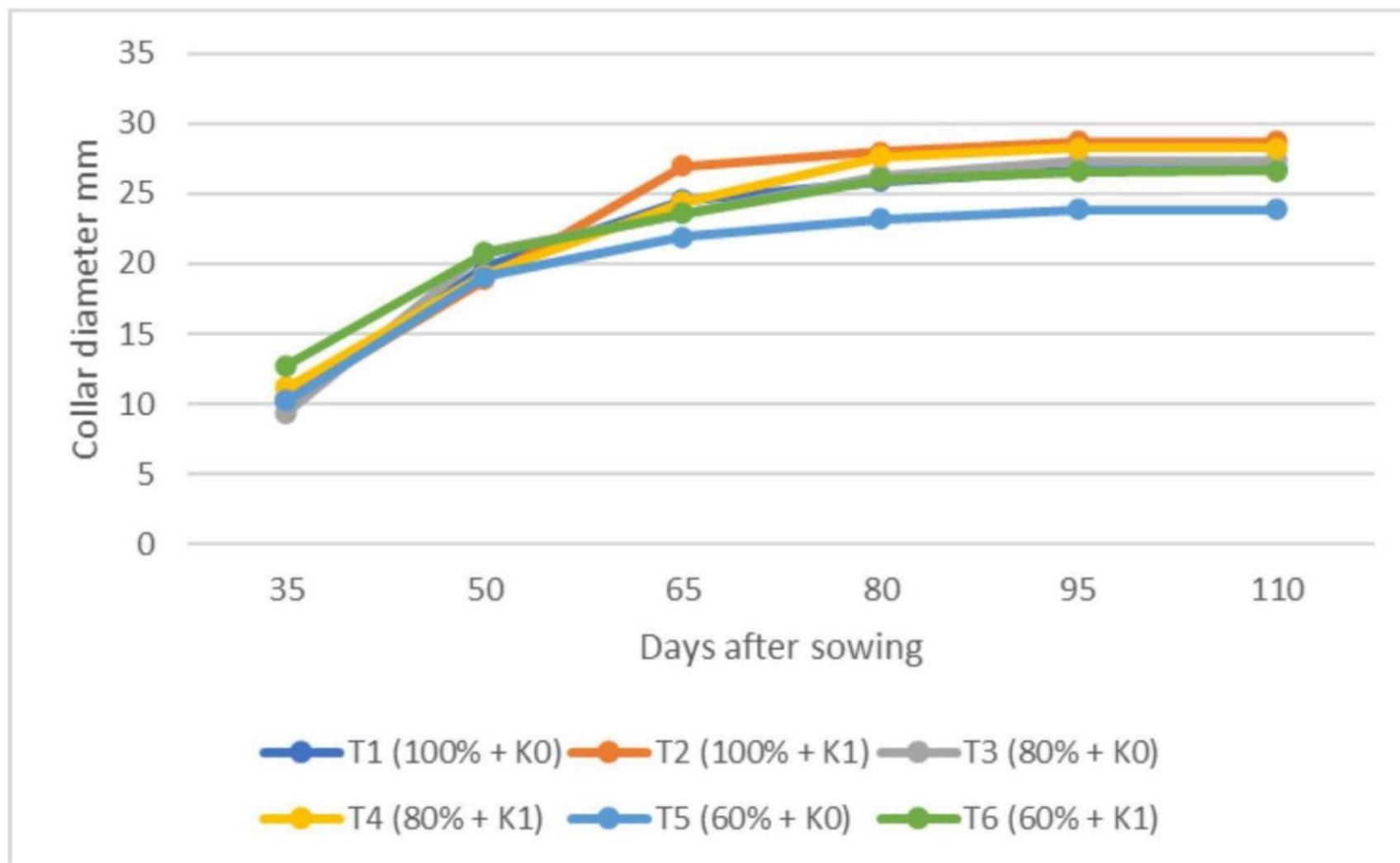
Introducción

Material y métodos

Resultados

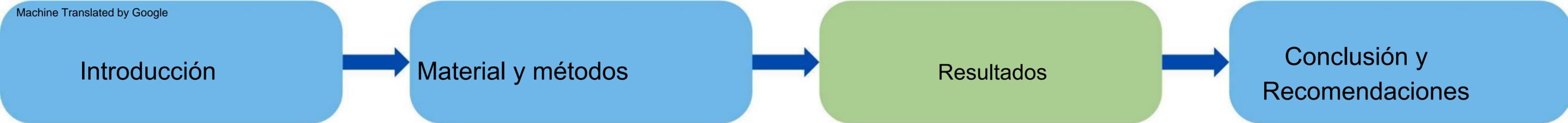
Conclusión y Recomendaciones

➔ Evolución del diámetro del collar



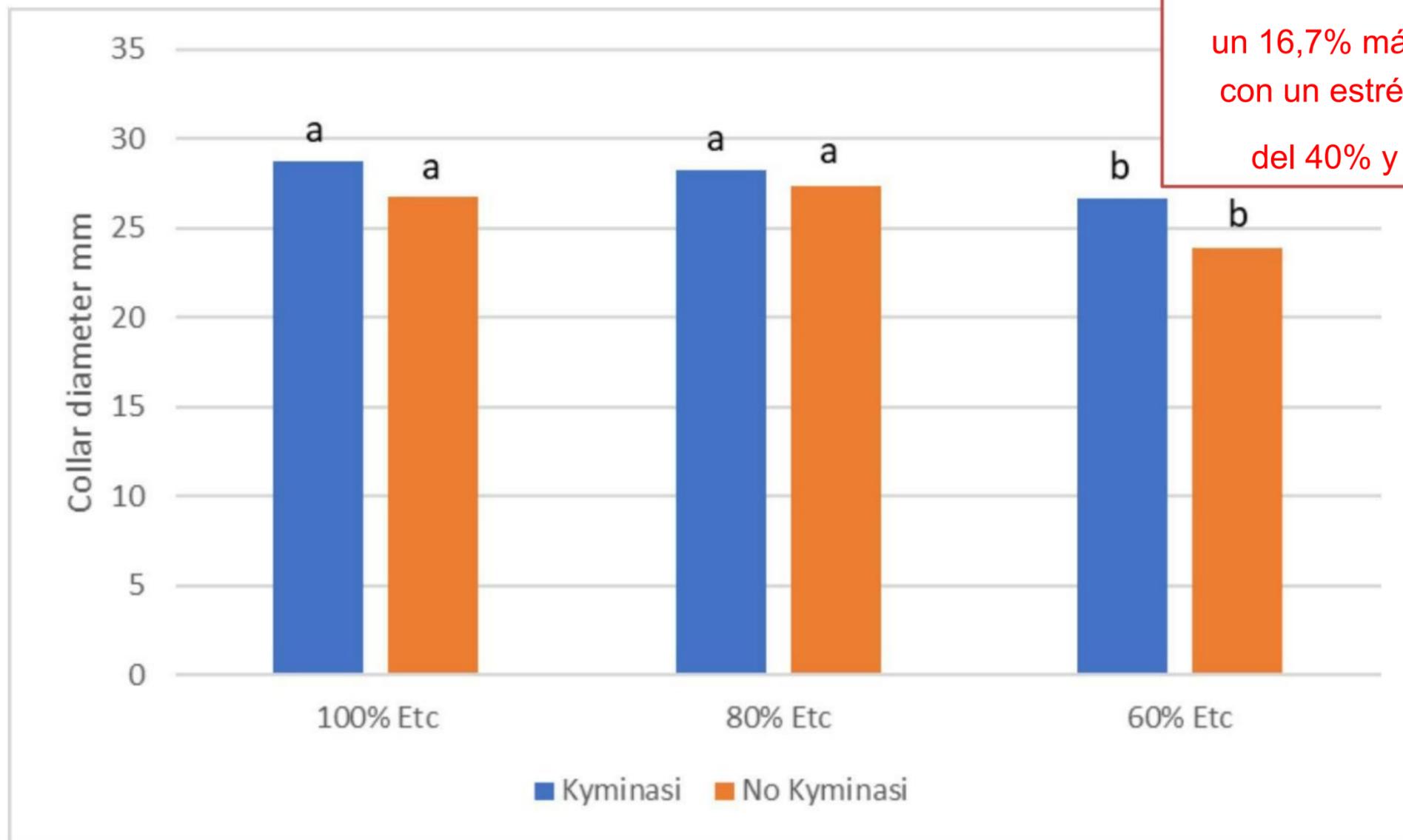
EN ETAPAS DE
CRECIMIENTO:
Con un estrés hídrico del 40%
y Kyminasi, el diámetro del
collar fue un 7,4% mayor a
los 80 DAS y un 8% mayor a
los 95 DAS

K1: con Kyminasi
K0: sin Kyminasi



➔ Diámetro del collar en el momento de la cosecha

EN LA COSECHA:
 El diámetro del collar fue un 16,7% más grande con un estrés hídrico del 40% y Kyminasi



| | |
|------|----|
| Yo | * |
| K | * |
| K*DI | ns |

Introducción

Material y métodos

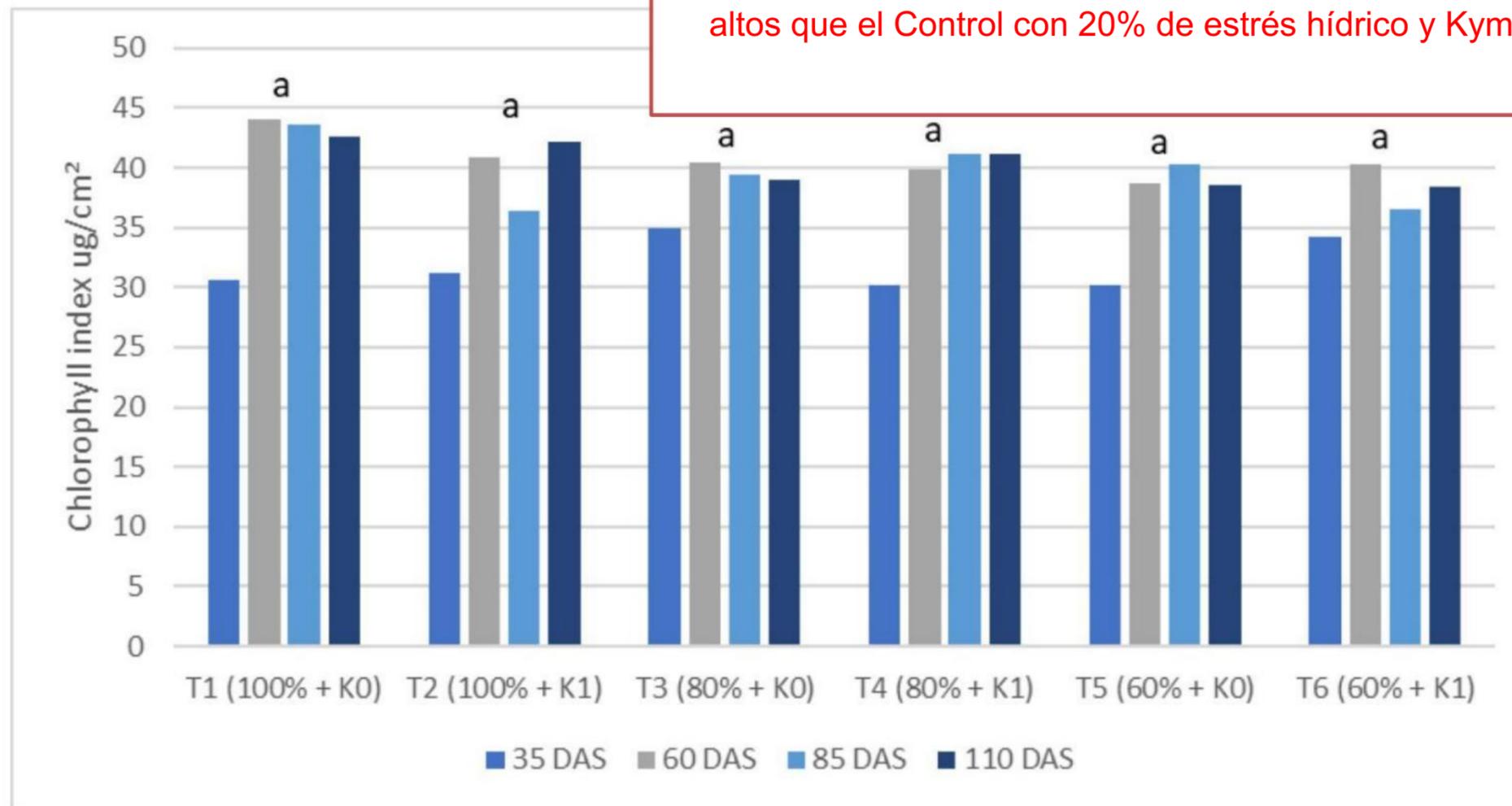
Resultados

Conclusión y Recomendaciones

Evolución del índice de clorofila

EN ETAPAS DE CRECIMIENTO:

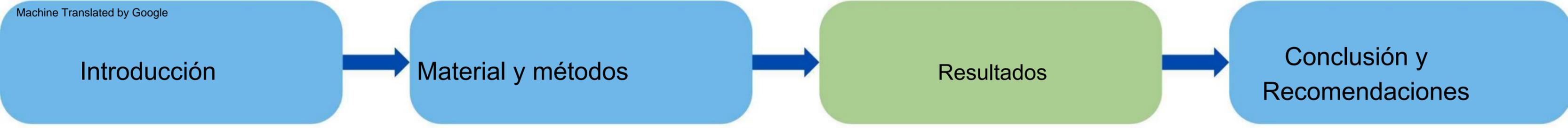
Entre 85 DAS y 110 DAS, los niveles de clorofila fueron más altos que el Control con 20% de estrés hídrico y Kyminasi.



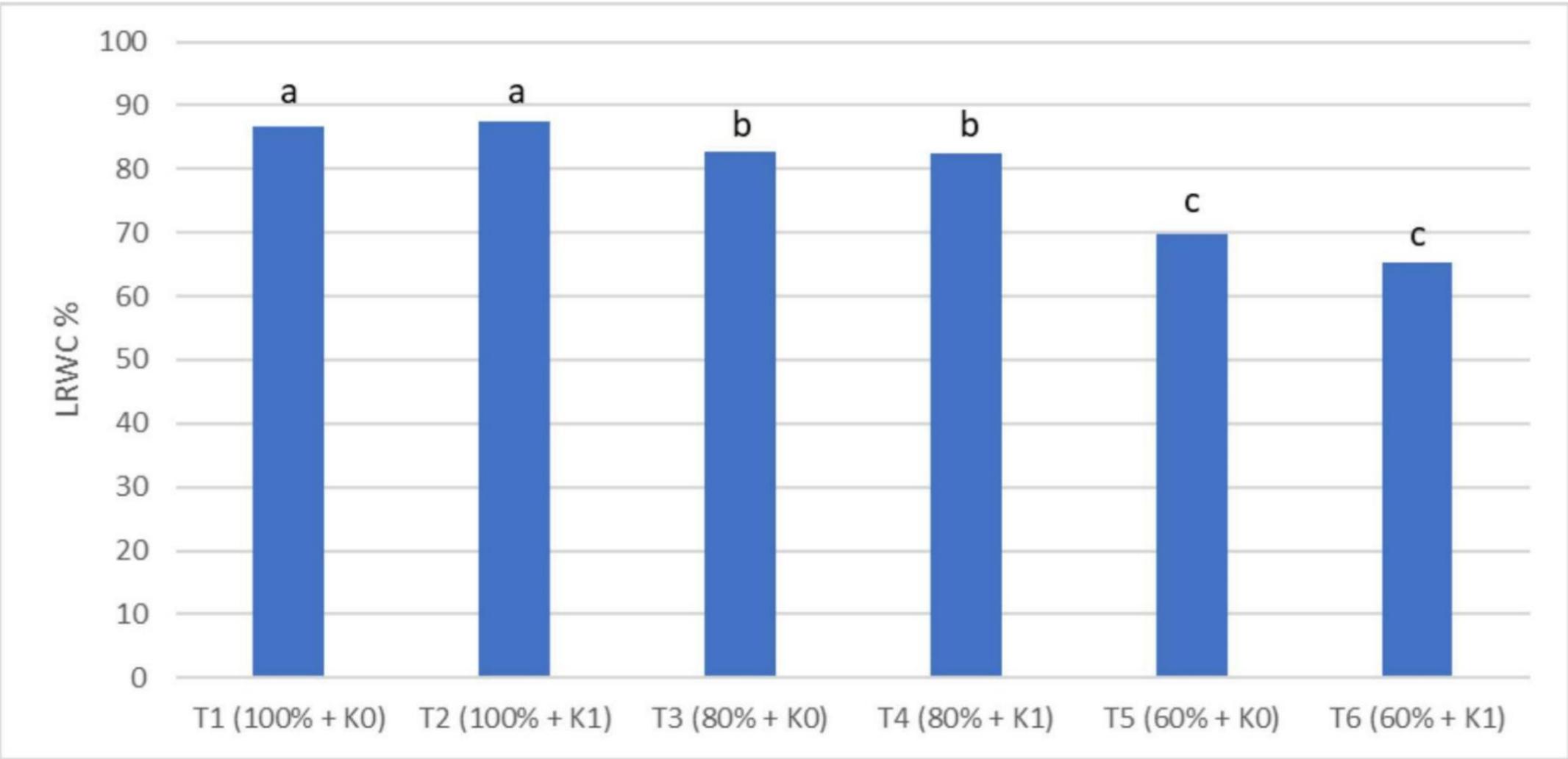
| | |
|-----|------|
| NSE | Yo |
| NSE | K |
| NSE | K*DI |

K1: con Kyminasi

K0: sin Kyminasi

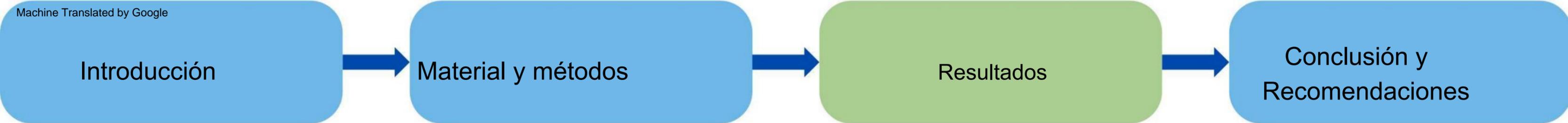


➔ Evolución del contenido relativo de agua en las hojas



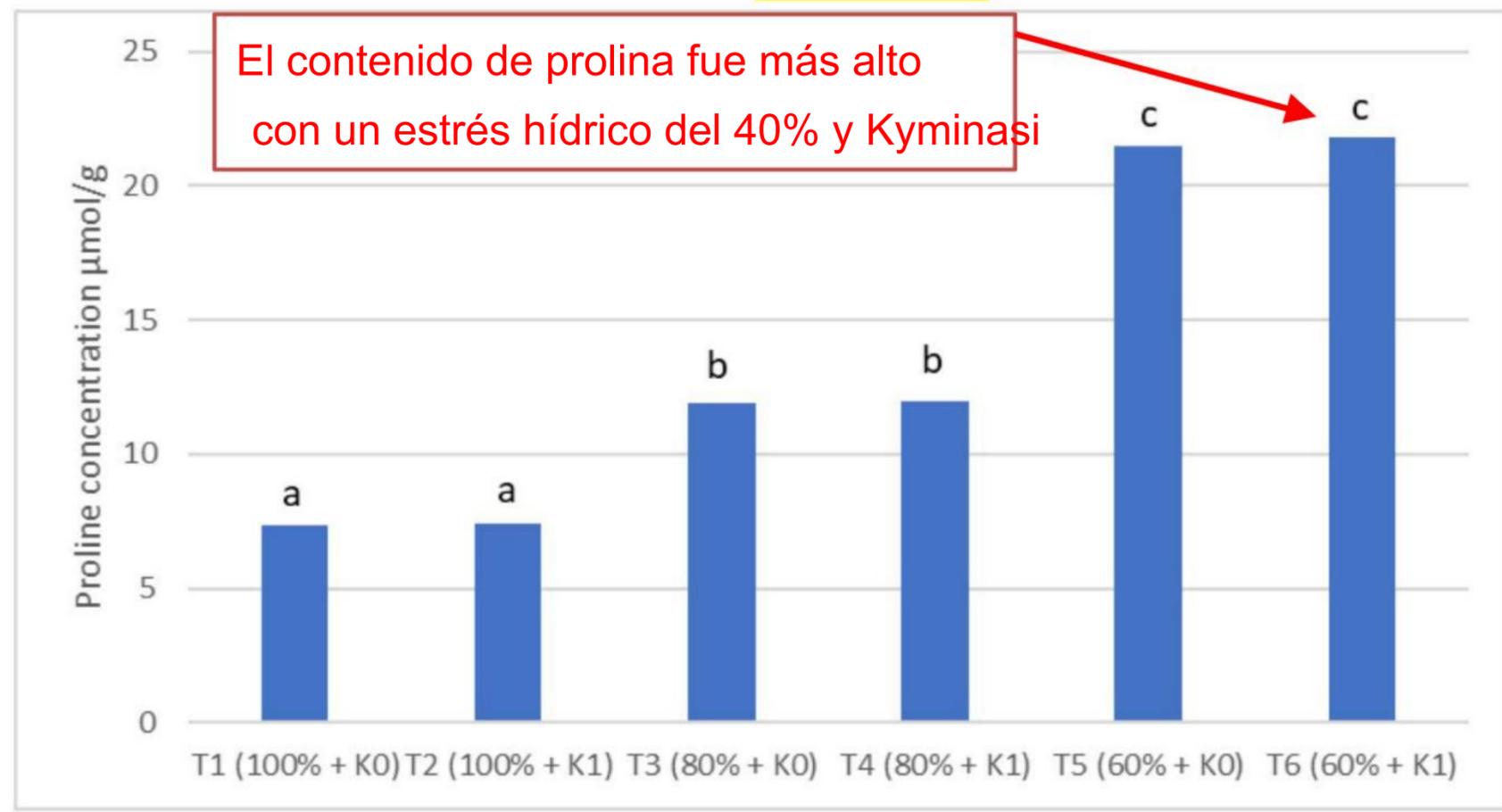
| | |
|------|----|
| Yo | * |
| K | ns |
| K*DI | ns |

K1: con Kyminasi
K0: sin Kyminasi



➔ Contenido de prolina

Prolina: aminoácido que ayuda al maíz a tolerar y recuperarse del estrés: 1) estreses abióticos, por ejemplo, sequía, bajas temperaturas.
 2) Estrés hídrico
 3) Estrés salino.

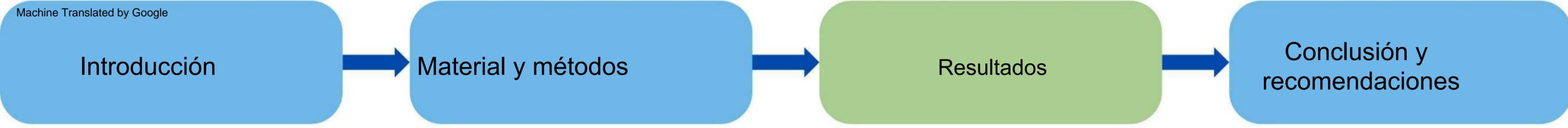


El contenido de prolina fue más alto con un estrés hídrico del 40% y Kyminasi

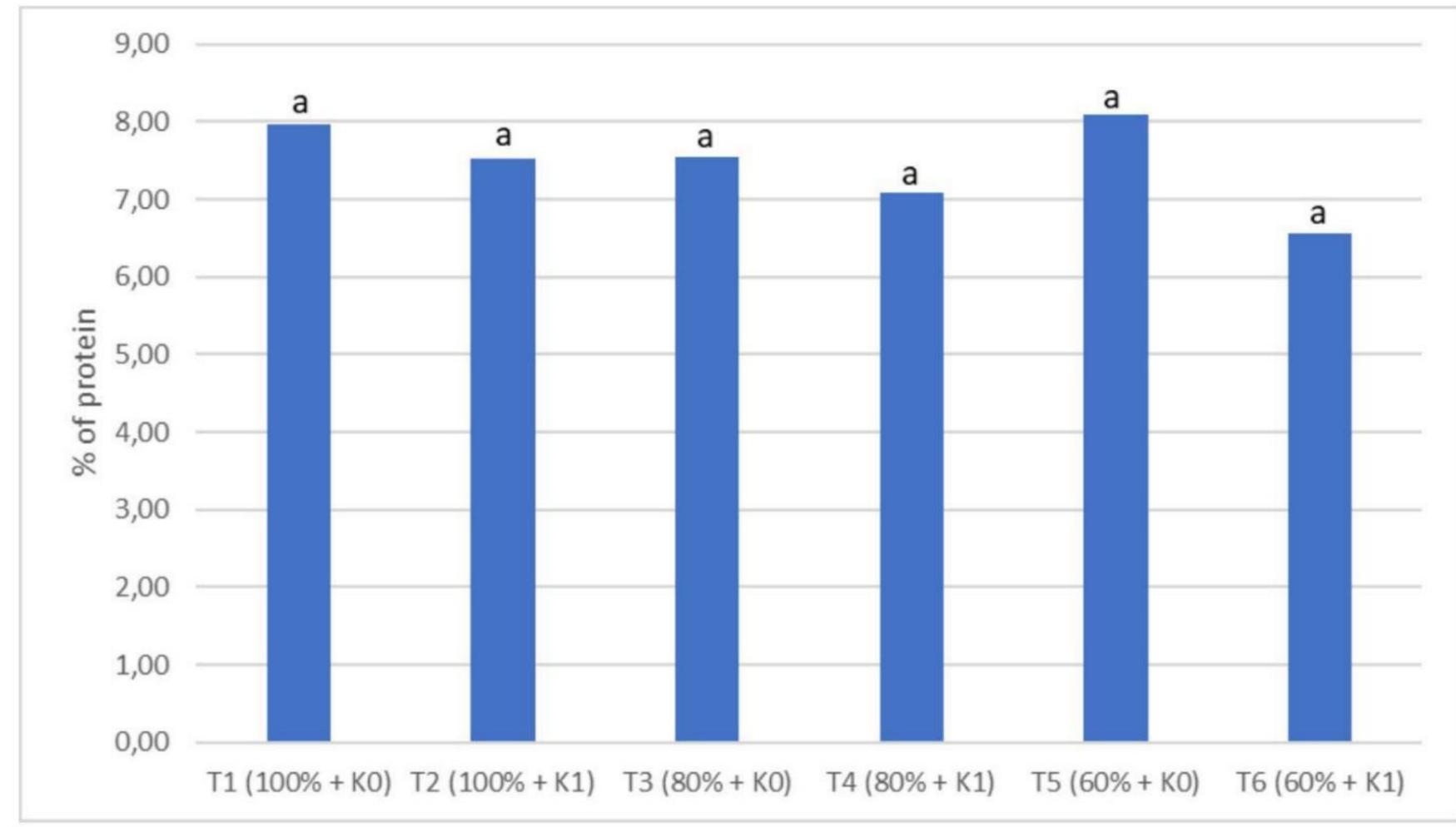
K1: con Kyminasi
 K0: sin Kyminasi

Moctar, 2023. Evaluación de Efecto combinado de hidrogeles y Riego deficitario continuo en maíz (Zea mays L.): respuesta de las plantas y Caracterización ecotoxicológica.
 Ali, R., Khan, M., y Ahmed, Z. (2017) La acumulación de prolina como Respuesta al estrés por sequía en maíz. Revista de fisiología vegetal, 56(3), 218-225.

| | |
|------|----|
| Yo | * |
| K | ns |
| K*DI | ns |



➔ % de proteína



| | |
|------|----|
| Yo | ns |
| K | * |
| K*DI | ns |

K1: con Kyminasi
K0: sin Kyminasi

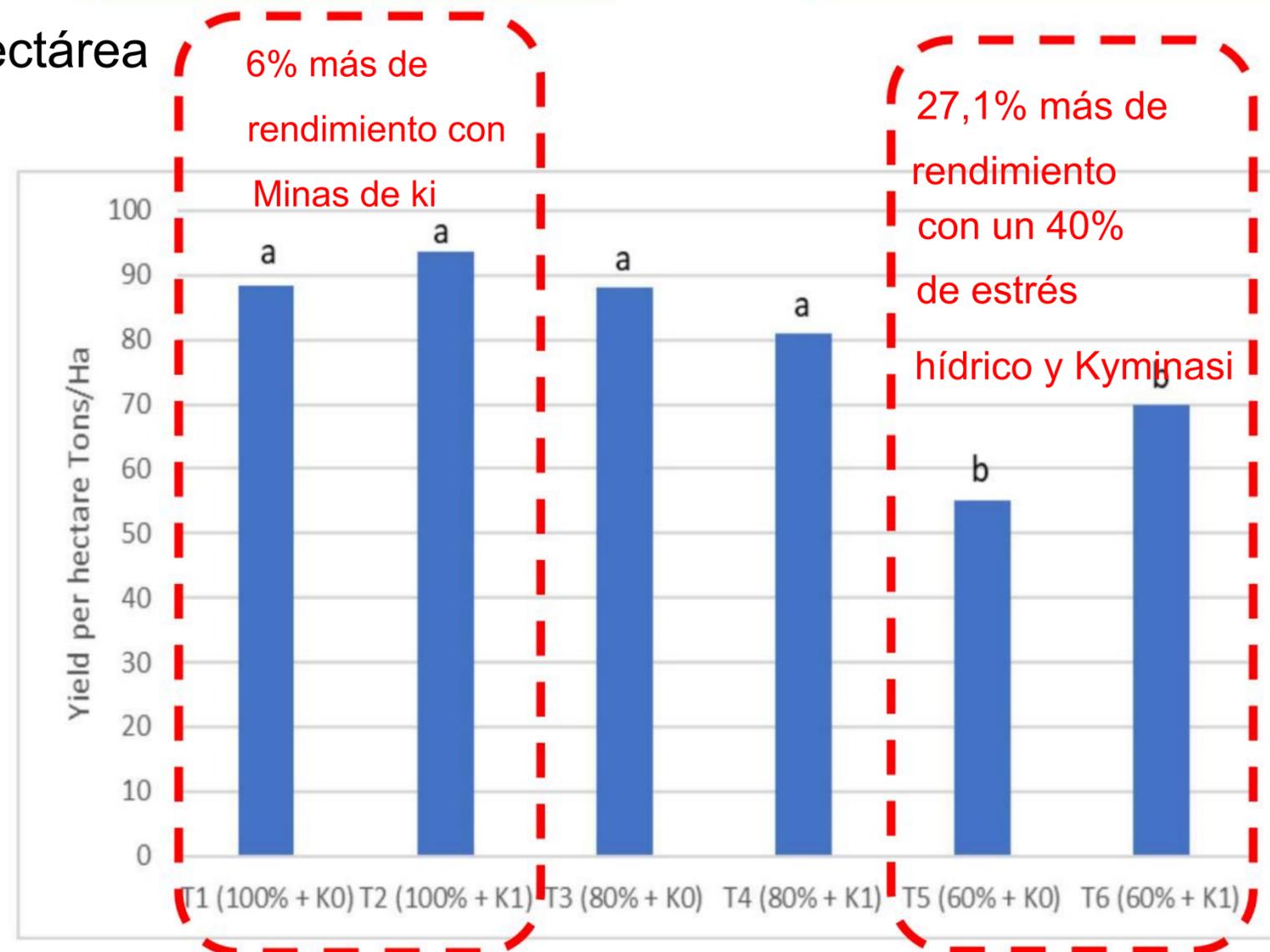
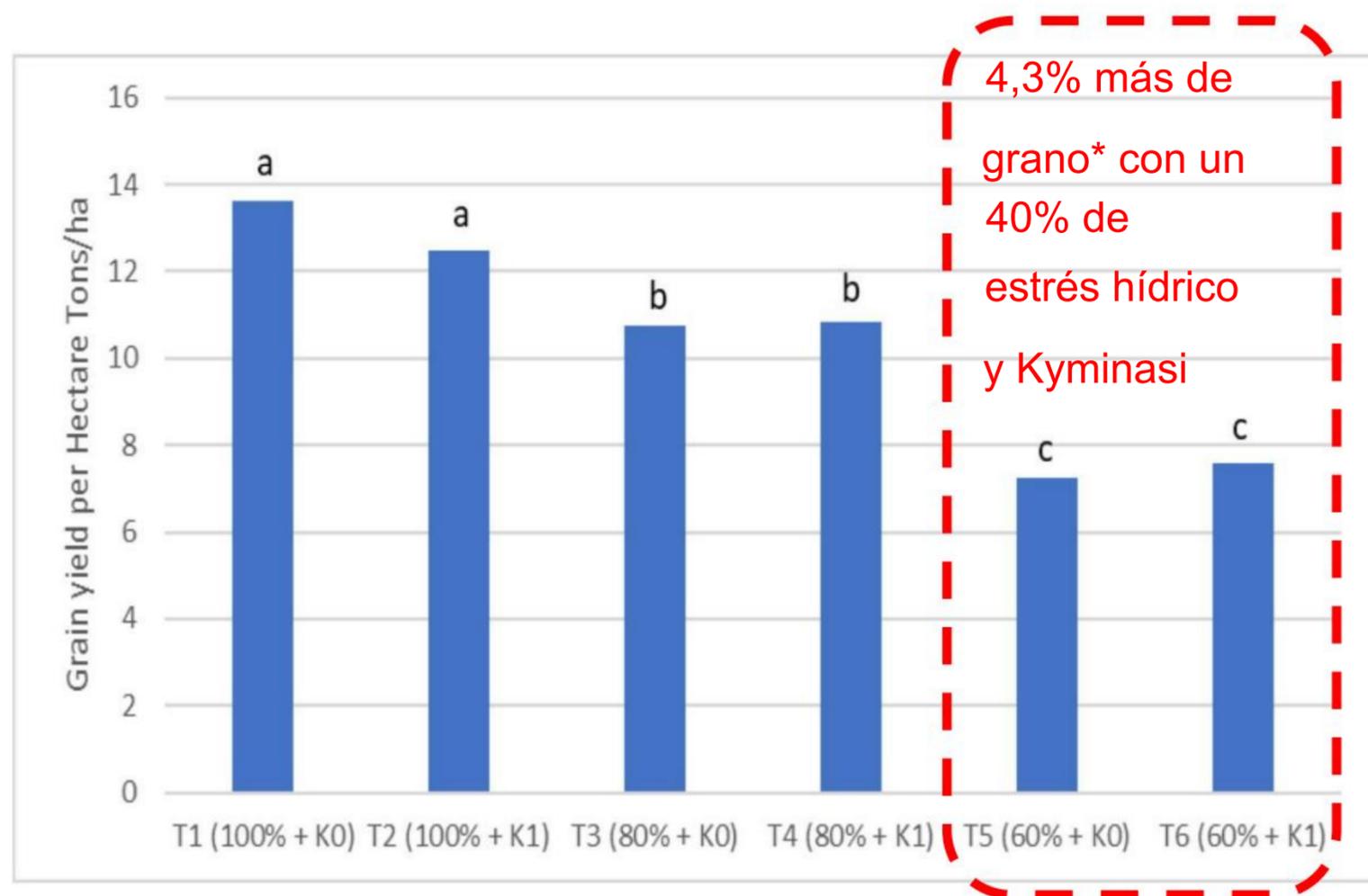
Introducción

Material y métodos

Resultados

Conclusión y Recomendaciones

Rendimiento de grano y rendimiento de biomasa por hectárea



* Además 4,4% GRANO MÁS ALTO
 DENSIDAD con 40% de estrés hídrico y
 Kyminasi (diapositiva 24)

| | |
|------|----|
| Yo | * |
| K | ns |
| K*DI | ns |

Introducción

Material y métodos

Resultados

Conclusión y
recomendaciones

➔ Eficiencia agronómica en el uso del agua

| Tratamiento | Rendimiento de grano (toneladas/hectárea) | Rendimiento de biomasa (toneladas/ hectárea) | Agua aplicada WUE* 19,77b | Grano WUE Biomasa (kg • m ⁻³) (kg • m ⁻³) (m ³ /ha) 4463,60 3,05ab | |
|----------------------|--|--|------------------------------|--|-------------|
| T1 (100% + 13,61 K0) | | 88,25 | | | |
| T2 (100% + 12,50 K1) | | 93,53 | 4463.60 | 2.80ab | 20,95b +1% |
| T3 (80% + 10,74 K0) | | 88.01 | 3570.88 | 3.01a | 24.65a |
| T4 (80% + 10,84 K1) | | 80,89 | 3570.88 | 3.04a | 22.65a |
| T5 (60% + 7,27 K0) | | 54,97 | 2678.16 | 2.71b | 20.53a |
| T6 (60% + 7,58 K1) | | 69,87 | 2678.16 | 2.83b | 26.09a +20% |

| | |
|------|----|
| Yo | * |
| K | ns |
| K*DI | * |

* WUE: Eficiencia en el uso del agua

Introducción

Material y métodos

Resultados

Conclusión y recomendaciones

➔ Eficiencia económica en el uso del agua en la producción de biomasa

| Tratamiento | Estimado biomasa rendimiento por hectárea | Precio de venta (ENOJADO*) | Aplicado riego agua (m3/ha) | Costo de aplicado riego agua (ENOJADO) | Amortizado costo de Minas de ki (MAD.ha-1 .año-1) | Total gastos (ENOJADO) | Beneficio por biomasa (ENOJADO) | EWUE**b (MAD.m-3) |
|----------------------|---|----------------------------|-----------------------------|--|---|------------------------|---------------------------------|-------------------|
| T1 (100% + 88,25 K0) | | 114725.325 | 4463.6 | 5356.32 | 0.00 | 5356.32 | 109369.01 | 24,50b |
| T2 (100% + 93,53 K1) | 6% | 121587.375 | 4463.6 | 5356.32 | 5750.00 | 11106.32 | 110481.06 | 24,75b +6% |
| T3 (80% + K0) | 88.01 | 114418.2 | 3570.88 | 4285.056 | 0.00 | 4285.06 | 110133.14 | 30.84a |
| T4 (80% + K1) | 80,89 | 105162.2 | 3570.88 | 4285.056 | 5750.00 | 10035.06 | 95127.14 | 26.64a |
| T5 (60% + K0) | 54,97 | 71460.025 | 2678.16 | 3213.792 | 0.00 | 3213,79 | 68246.23 | 25.48a |
| T6 (60% + K1) | 69,87 +27,1% | 90834,25 | 2678.16 | 3213.792 | 5750.00 | 8963.79 | 81870.46 | 30,57a +27,1% |

| | |
|------|----|
| Yo | * |
| K | ns |
| K*DI | * |

* MAD: Dírham marroquí

** EWUE: Eficiencia económica en el uso del agua

Introducción

Material y métodos

Resultados

Conclusión y
Recomendaciones

Conclusión

0 1 Efecto significativo del riego deficitario sobre la mayoría de los parámetros.

0 2 Efecto significativo de la tecnología de refuerzo de cultivos de Kyminasi sobre los parámetros
Cuando se expone a un mayor estrés

0 3 Los tratamientos irrigados al 80% ETc generalmente tuvieron un desempeño comparable a aquellos con 100% ETc en la mayoría de los parámetros, incluida la altura de la planta, conductancia estomática y parámetros de rendimiento.

0 4 Los tratamientos regados al 60% ETc tuvieron un impacto significativo en la mayor parte parámetros

Recomendaciones



Introducción

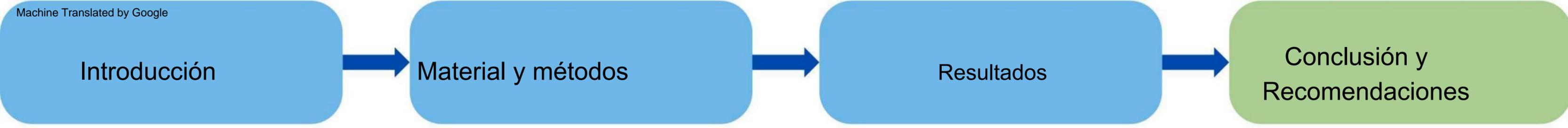
Material y métodos

Resultados

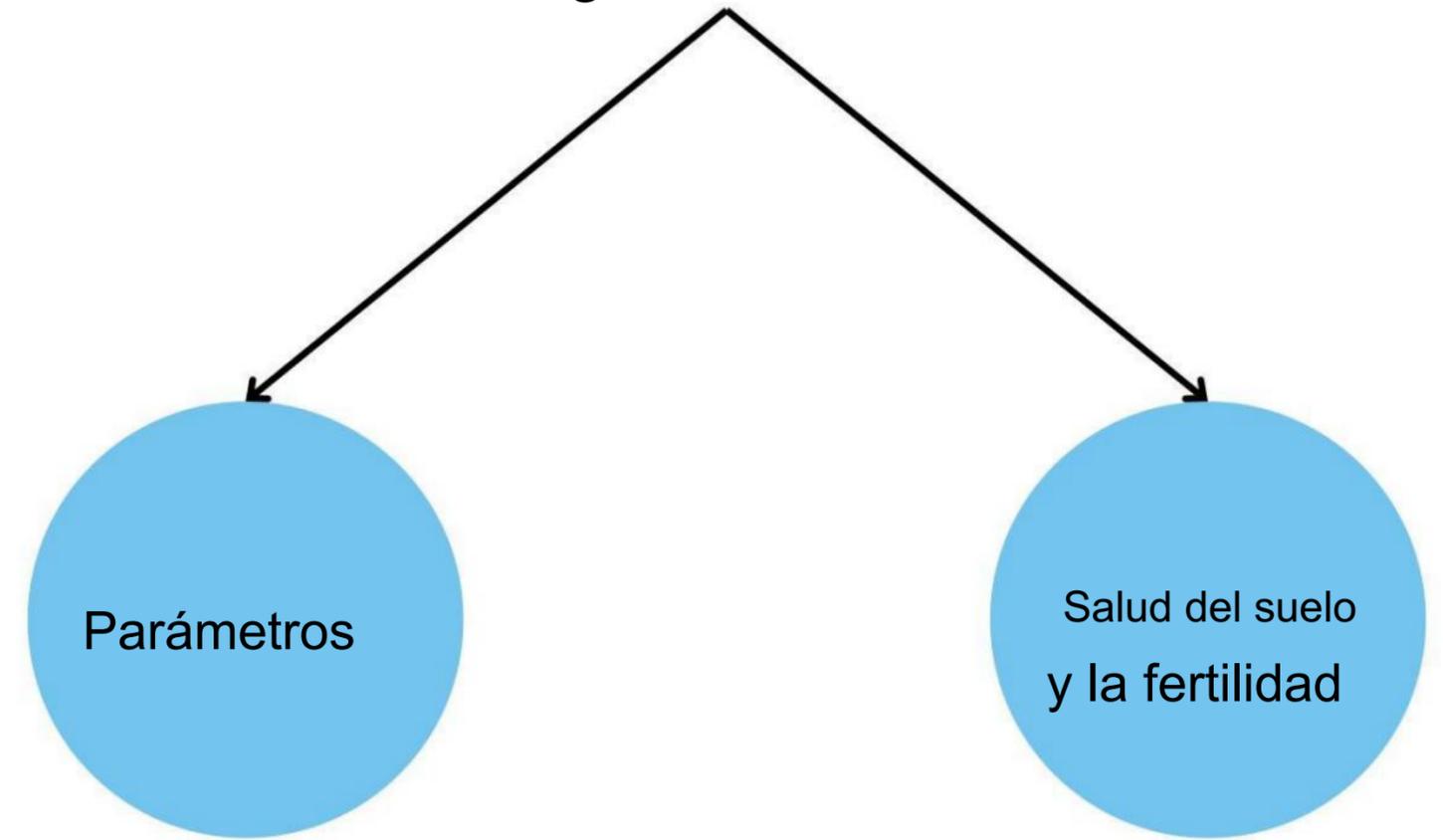
Conclusión y
Recomendaciones

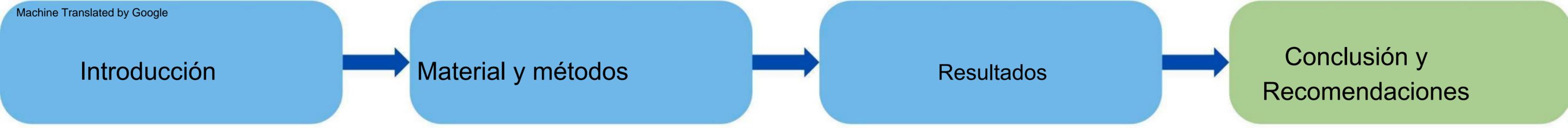


Se descubrió que mantener los niveles de riego al 80% ETc proporcionar rendimientos cercanos a los del 100% ETc,

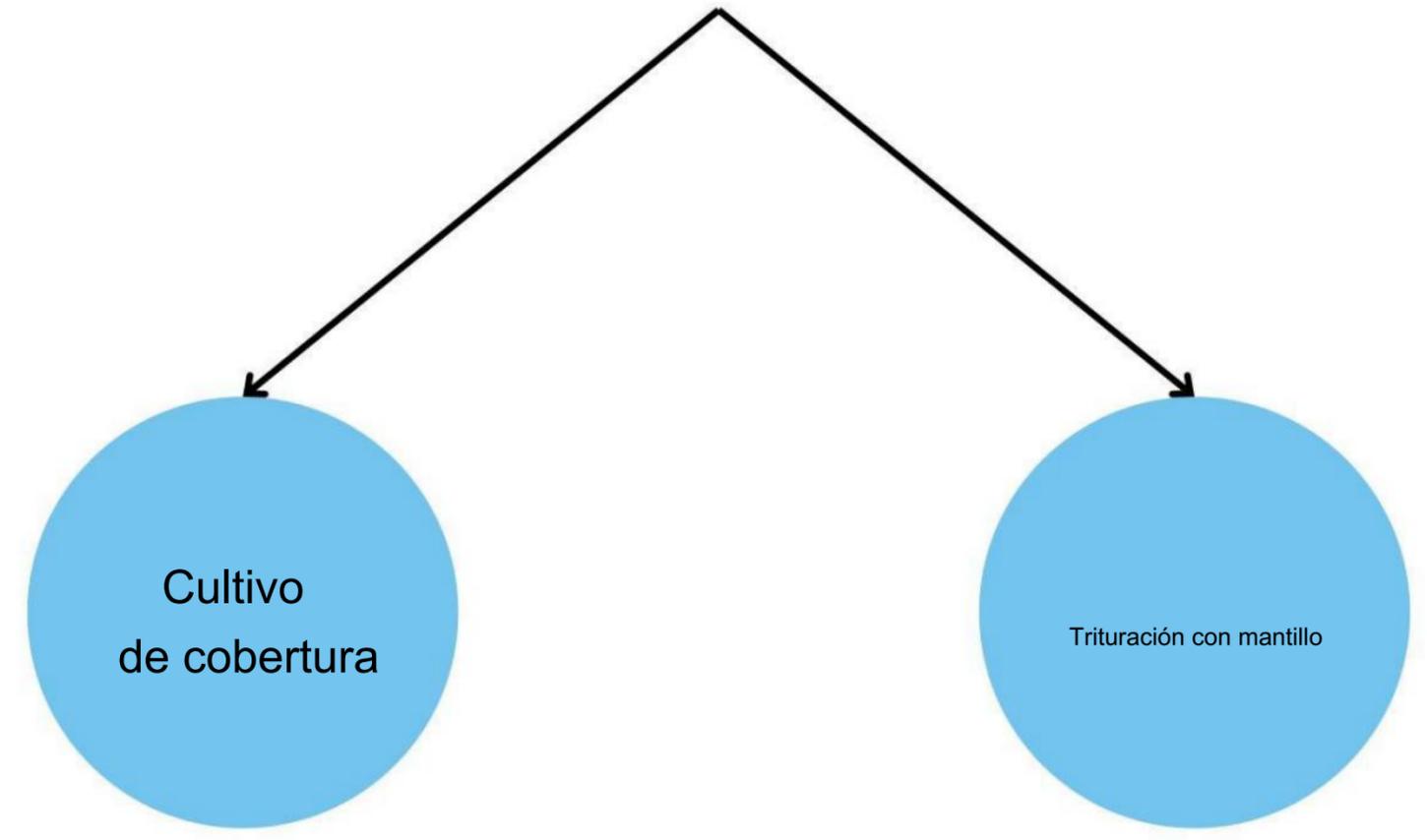


Evitar el riego del 60% en el maíz





Combine las prácticas tradicionales de gestión del agua con técnicas modernas



Introducción

Material y métodos

Resultados

Conclusión y
Recomendaciones

Realizar estudios adicionales en Kyminasi, Quizás con diferentes tipos de cultivos o bajo condiciones ambientales variables y bajo mayor estrés, para comprender plenamente sus beneficios y limitaciones.



Análisis de los armónicos de la cosecha

El profesor Aziz Abouabdillah y el estudiante de posgrado Amine Hifni de la Universidad ENA en Meknes, Marruecos, realizaron un interesante ensayo comparativo centrado en el efecto de Kyminasi Plants Crop Booster (KPCB) en el crecimiento y el rendimiento del maíz con varios niveles de estrés hídrico: 0%, 20% y 40% menos de riego; en el estudio: ETc 100%, ETc 80% y ETc 60%, respectivamente (ETc: evapotranspiración del cultivo).

Nuestras conclusiones:

Durante las etapas de crecimiento, con KPCB y 40% de estrés hídrico, las plantas de maíz fueron 12.8% más altas a los 80 DAS y 8.5% más altas a los 90-110 DAS.

Paralelamente, el diámetro del collar fue un 7,4% mayor a los 80 DAS y un 8% mayor a los 95 DAS.

En la cosecha, el diámetro del collar fue 17,6% mayor con KPCB y 40% de estrés hídrico, lo que representó el mayor aumento de KPCB en comparación con los tratamientos de estrés hídrico del 20% y 0%.

Entre 85 DAS y 110 DAS, los niveles de clorofila fueron mayores que el Control con KPCB y 20% estrés hídrico.



Análisis de Harvest Harmonics (continuación)

Con un estrés hídrico del 40%, el aumento de rendimiento fue del 27,1% con KPCB frente al control, en comparación con el 6% de aumento con KPCB solo (sin estrés hídrico). Además, entre los seis tratamientos, el contenido de prolina fue el más alto con KPCB y 40% de estrés hídrico, lo que indica un aumento en la resiliencia del maíz a la sequía, el estrés hídrico y el estrés salino.

El rendimiento en toneladas por hectárea fue 27,1% mayor con KPCB y 40% de estrés hídrico, en comparación con un rendimiento 6% mayor con KPCB y sin estrés hídrico. El

rendimiento de grano por hectárea fue 4,3% mayor con KPCB y 40% de estrés hídrico. Además, los investigadores encontraron una DENSIDAD DE GRANO 4,4% MAYOR con KPCB y 40% de estrés hídrico.

Los investigadores calcularon que la rentabilidad de la producción de biomasa frente al uso de agua fue un 1% mejor con KPCB sin reducción de agua. Por el contrario, cuando se utilizó KPCB con un 40% de estrés hídrico, la rentabilidad de la producción de biomasa aumentó un 20%. La eficiencia agronómica del uso del agua fue un 20% mejor con KPCB y un 40% de estrés hídrico, frente a un 6% mejor con KPCB y sin estrés hídrico.

Recomendamos encarecidamente que se realicen más estudios sobre el aumento del estrés hídrico con KPCB, utilizando nuestros POPS.

Optimización de la Rentabilidad para la Sostenibilidad, para encontrar el “punto óptimo” preciso de sostenibilidad del maíz en Marruecos.



Glosario

- DAS, DAS: Días después de la siembra
- DNM: Agua fácilmente disponible
- ENA: en francés, École Nationale d'Agriculture – Escuela Nacional de Agricultura de Meknès, Marruecos
- ETc: Evapotranspiración del cultivo: la cantidad de agua que necesita un cultivo.
- ETo: La evapotranspiración de referencia, que es la evapotranspiración de un cultivo de referencia.
- EWUE: Eficiencia económica en el uso del agua
- f: coeficiente específico del cultivo
- FAO 56: el método estándar para calcular el requerimiento de agua de los cultivos irrigados [Allen et al, 1988, https://appgeodb.nancy.inra.fr/biljou/pdf/Allen_FAO1998.pdf]
- FC: Capacidad de campo
- GDU: Unidades de grado en crecimiento
- Hcf: capacidad de campo
- Hpfp (Hpfp): humedad del punto de marchitez permanente
- K0: sin Kyminasi
- K1: con Kyminasi
- Kc: El coeficiente de cultivo, que es un valor que tiene en cuenta los atributos del cultivo y su gestión.
- MAD: Dírham marroquí
- ns: sin efecto significativo
- NSE: Sin efecto significativo
- NB: número
- Psh (Phs): % de humedad del suelo
- PWP: Punto de marchitez permanente
- Rd: Profundidad de la raíz
- RFU: reserva fácilmente utilizable (en este estudio, en milímetros) de agua)
- T (Tmin, Tmax): temperatura (en este estudio, en grados Celsius)
- WUE: Eficiencia en el uso del agua
- *: hay un efecto significativo