ENSAYO DE CULTIVARES DE MAÍZ DULCE EN MARCHAMALO (GUADALAJARA)

PEDRO HOYOS ECHEVARRÍA

E.U.I.T. Agrícola
Ciudad Universitaria (Madrid)

SOTERO MOLINA VIVARACHO
MARIO ORTEGA ALBIR

Centro de Experimentación y Capacitación Agraria
Consejería de Agricultura de la Junta de Castilla-La Mancha
MARCHAMALO (Guadalajara)

RESUMEN

En los últimos años en la provincia de Guadalajara se está produciendo un incremento importante del cultivo de maíz para grano tanto en los regadíos tradicionales como en los de reciente puesta en riego, que puede llevar a una excesiva concentración de los agricultores en este cultivo con los riesgos de todo tipo que esto puede acarrear.

No es casualidad que esté ocurriendo este fenómeno entre los agricultores de esta zona ya que el cultivo de maíz les presenta una serie de ventajas: total mecanización, fácil manejo del riego, alto nivel de ayudas y en definitiva, posibilidad de obtención de márgenes brutos por encima de otros cultivos de primavera-verano. Además, la edad media de los agricultores de la zona es cada vez más alta, no se está produciendo una renovación real de la población agrícola y los agricultores que quedan, están optando por cultivos que les permitan mejores resultados con su capacidad de trabajo, maquinaria y gestión, tanto técnica como comercial; cultivos entre los que principalmente se encuentra el maíz.

Entre las posibles alternativas al monocultivo de maíz que se puedan realizar con una infraestructura similar en lo que a preparación del suelo, siembra, abonado y riego se refiere, se encontrarían las hortalizas para industria, como puede ser el caso de la judía verde, la espinaca y el maíz dulce, en el ciclo de primavera-verano y el guisante en invierno-primavera.

En este ensayo, el primero que se hace en la zona sobre maíz dulce, se pretende conocer la respuesta de diferentes cultivares de maíz dulce: Rival y Jubilee (normales) y

Challenger (superdulce) en condiciones de la vega del Henares, y bajo parámetros estándar de cultivo, esto es: 74.000 pl.ha^{-1} (75 cm entre líneas y 18 cm entre plantas dentro de línea) y la mayoría de las prácticas de cultivo hechas de forma parecida a lo habitual para el maíz en la zona.

La recolección se realizó con un contenido en M.S. cercano al 26%, que es lo requerido por las industrias congeladoras, cosa que se consiguió con ciclos cercanos a los 80 días entre siembra y recolección, habiendo realizado aquella el día 2 de junio del año 2000. Las producciones alcanzadas superaron en los tres casos los 22.000 kg.ha^{-1}, no habiendo diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares, ya que los pesos sucios de las mazorcas fueron bastante parecidos y las poblaciones de planta similares. Sí se detectaron diferencias estadísticamente significativas en los pesos limpios de las mazorcas, cuando fueron eliminadas las espatas exteriores, siendo las de Challenger las más pesadas con 190.54 g seguidas de las de Jubile que pesaron 185.12 g, y de las de Rival que con solo 173.14 g, quedaron por debajo de las otras dos de forma significativa. Este menor peso de las mazorcas de Rival se debió a su menor longitud: 178 mm, frente 196 mm de Challenger y 200 mm de Jubilee; los diámetros eran similares y cercanos a 40 mm.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años en la provincia de Guadalajara se está produciendo un incremento importante del cultivo de maíz para grano tanto en los regadíos tradicionales como en los de reciente puesta en riego, que puede llevar a una excesiva concentración de los agricultores en este cultivo con los riesgos de todo tipo que esto puede acarrear.

No es casualidad que esté ocurriendo este fenómeno entre los agricultores de esta zona ya que el cultivo de maíz les presenta una serie de ventajas: total mecanización, fácil manejo del riego, alto nivel de ayudas y en definitiva, posibilidad de obtención de márgenes brutos por encima de otros cultivos de primavera-verano. Además, la edad media de los agricultores de la zona es cada vez más alta, no se está produciendo una renovación real de la población de agricultores y los que quedan, por tanto están optando por cultivos que les permiten mejores resultados con su capacidad de trabajo, maquinaria y gestión, tanto técnica como comercial; cultivos entre los que principalmente se encuentra el maíz.

Entre las posibles alternativas al monocultivo de maíz que se puedan realizar con una infraestructura similar en lo que a preparación del suelo, siembra, abonado y riego se refiere, se encontrarían las hortalizas para industria, como puede ser el caso de la judía verde, la espinaca y el maíz dulce, en el ciclo de primavera-verano y el guisante en invierno-primavera.

En este ensayo, el primero que se hace en la zona sobre maíz dulce, se pretende conocer la respuesta de diferentes cultivares de maíz dulce: Rival y Jubilee (normales) y Challenger (superdulce). Se llevará a cabo en condiciones de la vega del Henares, y bajo parámetros estándar de cultivo, esto es: 74.000 pl.ha^{-1} (75 cm entre líneas y 18 cm entre plantas dentro de línea) y la mayoría de las prácticas de cultivo hechas de igual forma a lo habitual para el maíz en la zona, lo que puede presentar ventajas de cara a un agricultor tremendamente acostumbrado al maíz grano, para convertirse en cultivador de maíz dulce. Hay aspectos, como puede ser la recolección que hay que realizarlos con maquinas específicas.

La diferencia entre el dulce o normal y el superdulce reside en un único gen; el primero posee el gen «su» y el segundo el gen «sh2» que puede aumentar incluso hasta el

doble el contenido en azúcares del grano. El destino de la mazorca puede tener dos direcciones: consumo en fresco o industria transformadora. Todo el ensayo se orienta a producción final para industria, que fundamentalmente será de congelado.

El ensayo se enfoca hacia el conocimiento de las características del producto con un contenido en M.S. cercano al 26%, que es lo requerido por las industrias congeladoras, cosa que se suele conseguir en otras zonas con ciclos cercanos a los 80-90 días entre siembra y recolección. A su vez se estudiará la evolución del porcentaje de materia seca, para poder tener idea de cuando se puede conseguir el momento óptimo de recolección y poder planificarla. También interesa relacionar este parámetro con otros más ligados al tema productivo: peso sucio, peso limpio, diámetro y longitud, todos de la mazorca.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal

Los cultivares empleados son tres: uno superdulce como es Challenger y dos normales como son Rival y Jubilee. Hemos seleccionado estos cultivares porque son muy utilizados por la industria; se eligen normal y superdulce para poder comparar entre ellos.

Rival es un cultivar precoz, de gran desarrollo y alta producción, de grano color amarillo, posee el gen «su».

Challenger tiene elevada producción y gran calidad de grano, también amarillo, posee el gen «sh2».

Jubilee es el cultivar de referencia, ha sido empleado por la industria de forma mayoritaria durante los últimos años, es amarillo y dulce, ya que posee el gen «su».

Las plantas de estos cultivares suelen alcanzar una altura cercana a 2 m, insertándose la mazorca a una altura de alrededor de 50 cm. Las mazorcas son de tamaño medio, alcanzando 22 a 24 cm de longitud y 6 cm de diámetro. Suelen tener entre 16 y 18 carreras o líneas de granos.

Las semillas fueron proporcionadas por la firma comercial Asgrow Vegetable Seeds.

Diseño estadístico. Planteamiento del ensayo

Se sembraron parcelas de los tres cultivares en una zona de suelo homogéneo. Cada parcela tenía 30 m de longitud y 3 m de anchura (parcelas con 4 líneas de cultivo y 90 m^2 de superficie), lo que nos permitía muestrear siempre plantas que tenían competencia de otras en todas las direcciones ya que se hacía el muestreo en las líneas interiores de la parcela. En cada fecha de muestreo se tomaban tres mazorcas por cultivar, de forma totalmente aleatoria.

Cultivo

El ensayo se realizó en el Centro Experimental que la Junta de Castilla La Mancha posee en Marchamalo (Guadalajara); fue realizado al aire libre. La siembra se realizó el viernes 2 de junio del 2000 con una sembradora neumática, de cuatro cuerpos, con lo que la parcela elemental era un pase de sembradora. El marco de siembra fue el más habitual

para este cultivo y que coincide con el que en la zona se emplea para el maíz grano, es decir, 75 cm entre líneas y 18 cm entre plantas dentro de una misma línea, lo que nos supone 74.000 pl.ha^{-1}. Se regó por aspersión; cada aspersor cubre un radio de 15 m y proporciona un caudal de 1.200 l.h^{-1}, la altura de la caña era de 2 m. La cadencia de riego fue cada 7 días en la fase de desarrollo vegetativo y 3 días en la de maduración.

Inicialmente, correspondiendo con el mes de febrero se hizo una enmienda orgánica aportándose 3 kg.m^{-2} de estiércol hecho de oveja. Antes de la siembra se aportaron 1.000 kg.ha^{-1} del complejo 15-15-15, como abonado mineral de fondo, no realizándose ninguna cobertera durante las fases posteriores de cultivo.

La semilla estaba tratada con Tiram para evitar posibles enfermedades de tipo fúngico. A lo largo de todo el ciclo de cultivo no se aplicó ningún tratamiento. Al final del mismo aparecieron, pero no fue un problema grave, ligeros focos de Sesamia spp./ Ostrinia nubilalis. También se apreciaron (debido a las altas temperaturas y baja humedad relativa) algunas plantas afectadas por el carbón del maíz o Ustilago maydis.

Tampoco se aplicó ningún herbicida para control de malas hierbas por lo que al final del cultivo se desarrollaron en gran medida y pudieron afectar en cierto modo al cultivo, hierbas de los géneros Chenopodium, Amaranthus, etc., por lo que habría que estudiar soluciones herbicidas, para esta zona, en cultivo de maíz dulce.

Controles realizados

Se han realizado nueve recogidas, correspondiente cada una de ellas a una fecha distinta, comenzando el 9 de agosto y finalizando el 31 de agosto del 2000 (desde los 68 a los 90 días después de la siembra). Las fechas de inicio y final vienen dadas por la proximidad del día de recolección que a priori viene marcado por aspectos del maíz como el color de los cariópsides, que en estos cultivares, cerca de la recolección, han de presentar un color amarillo brillante, igualmente es importante su consistencia, que debe estar entre lechosa y pastosa. También se fijan las fechas en función del ciclo, es decir, días transcurridos desde la siembra, los tres cultivares ensayados coinciden en catálogos en tener ciclos cercanos a los 90 días. En la industria congeladora el criterio más importante para fijar el momento de recolección es el contenido en materia seca, siendo el óptimo cuando este parámetro está próximo al 26%.

El porcentaje de materia seca se midió con una deshidratadora a peso constante, similar a la utilizada por las industrias del ramo, que responde al nombre de «MA 30 Sartorius» y posee una sensibilidad de 0.01%.

Los pesos fueron tomados con una báscula modelo «Salter FY-2000» de 0.1 g de sensibilidad; en el peso sucio se incluían 7-8 espatas o brácteas.

El resto de parámetros, longitud de mazorca limpia y diámetro en la zona central de la misma, se midieron con calibre digital «Mitutoyo» de 0.01 mm de sensibilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materia seca

Como se ha dicho, el seguimiento del contenido en M.S. de los cariópsides nos permitió construir una gráfica de su evolución (figura 1). El comportamiento de los tres cul-

tivares ha sido similar, las fechas en que se producen serios cambios en el porcentaje de M.S. son similares para los tres.

Al principio no se aprecian cambios, el contenido en materia seca está en las cercanías del 10%, a partir del 14 de agosto, 73 días después de la siembra (d.d.s.), se aprecia en Challenger y Jubilee un cambio de tendencia, comenzando a ganar a partir de esa fecha algo de M.S., cosa que no se produce en Rival hasta 2 días más tarde en que la ganancia de M.S. se acelera más que en los otros dos cultivares. A partir del 18 de agosto (77 d.d.s.), el ritmo de ganancia de M.S. se mantiene constante y similar en los tres cultivares, alrededor de 2.50 a 2.75% diario, hasta que llega un momento en que esa ganancia de M.S. se ralentiza casi totalmente, quedándose en ganancias mínimas, sobretodo en Rival y Challenger. El momento en que se produce ese parón es diferente según el cultivar de que se trate, pues mientras en Jubilee se produce el 22 de agosto (81 d.d.s.), en Rival y Challenger no se produce hasta 2 días después, a los 83 d.d.s., además en Jubilee el parón se produce sobre el 28% de M.S. y en los otros dos sobre el 32%. Como se ve hay diferencias apreciables entre los tres cultivares, dándose la paradoja de que contrariamente a lo que cabría esperar, el comportamiento diferente no es el de Challenger que es el que tiene el gen «sh2», que no poseen los otros dos cultivares, por lo que podría presumirse que estos dos tendrían un comportamiento más parecido. A la vista de este comportamiento, cabría deducir que el momento óptimo de recolección, en los tres cultivares se alcanzaría sobre el 21 de agosto (80 d.d.s), que es cuando han alcanzado el nivel que se considera óptimo para la industria del congelado, 26% de M.S., valores que están en concordancia con las recomendaciones comerciales para otras zonas (Molina et al. 1990.; Anónimo, 2001).

Peso de mazorca

Peso sucio

El crecimiento de las mazorcas en el periodo en que fue seguido se ajusta de manera clara a una recta ascendente de pendiente entre 8 y 10 g.día^{-1}, que sería parte integrante de la curva de crecimiento que sigue cualquier órgano y que a partir de determinado momento, al alcanzar el tamaño definitivo (en función de sus características), deja de ser creciente y comienza a tener un tramo horizontal (López, 1991). Pero en este caso y al tratarse del maíz dulce (cosechado en un estadío muy primario de desarrollo), nos centramos únicamente en ese primer periodo.

Como se ha dicho, en el periodo estudiado los aumentos diarios de peso sucio están entre 8 y 10g, comprobándose un mayor aumento del peso en el cultivar Challenger, su ritmo es de 10 g.día^{-1} frente a solo 8 g.día^{-1} de Jubilee y 8.7 g.día^{-1} de Rival (figura 2).

Los pesos alcanzados en el momento de la recolección, que como se dijo en el apartado de M.S. se realizó cuando este parámetro alcanzó el 26%, estuvieron en el entorno de 350 g, no existiendo diferencias estadísticamente significativas (d.e.s.) entre los tres cultivares (tabla 1).

Peso limpio

Valdrían para este parámetro las mismas consideraciones hechas anteriormente, en el momento en que estudiáramos el peso limpio nos encontraríamos en la zona ascen-

dente de la curva de crecimiento. Los ajustes a una recta son también casi perfectos encontrándose las pendientes con valores similares para los tres cultivares (figura 3), aunque aquí también Challenger presenta un valor ligeramente más alto, crece un poco más diariamente, 10.91 g.día^{-1}, frente a solo 9.43 g.día^{-1} de Jubilee y 9.69 g.día^{-1} de Rival. En este parámetro si que se encontraron diferencias en el momento de la recolección, alcanzando Challenger un peso de 190.54 g que no fue estadísticamente superior al alcanzado por Jubilee pero sí al alcanzado por Rival (tabla 1). Los 185.12 g alcanzados por Jubilee si que fueron estadísticamente superiores a los 173.14 g que alcanzó Rival.

Relación entre peso limpio y peso sucio

Dado que el peso limpio se obtuvo cuando fueron eliminadas las espatas exteriores, y que como se ha visto la velocidad de crecimiento del peso limpio es diferente que la del peso sucio, parece interesante conocer como evoluciona el parámetro que relaciona a los anteriores, ya que cuanto mayor sea la relación, más aprovechable será la mazorca. Que esta relación descienda en el periodo estudiado es lógico pues al principio de la formación de la mazorca se forman más rápidamente las espatas o cubiertas exteriores, que encierran la inflorescencia, luego una vez que se ha producido la polinización y el cuajado, son los frutos los que crecen de forma importante, ralentizándose el crecimiento del resto de constituyentes de la mazorca.

Durante el periodo de estudio pasamos de relaciones entre el 35 y 40%, a otras que superan el 70% (figura 4). Los ajustes a rectas son muy buenos pero no hay que olvidar, una vez más, que si se continuara tomando datos, la gráfica que mejor se ajustaría habría de ser una cuadrática.

La evolución es parecida en los tres cultivares, aunque la mejora de Jubilee (5.31% diario), es superior a las de Challenger (4.62%) y Rival (4.24%). En el momento óptimo de recolección (como se ha dicho en el entorno de los 80 días después de la siembra), se aprecia una concordancia total entre los cultivares, pues la relación limpio/sucio está para los tres en un 55% (figura 4), este dato se podría, por tanto, considerar como indicativo del rendimiento que se alcanzaría si recolectamos en condiciones óptimas, al eliminar las cubiertas externas (con las que va la mazorca durante la recolección mecánica y el transporte hasta fábrica) y dejar únicamente los cariópsides y el zuro.

Producción

Las producciones alcanzadas superaron en los tres casos los 22.000 kg.ha^{-1}, no habiendo diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares, ya que los pesos sucios de las mazorcas fueron (como ya se ha visto) bastante parecidos y las poblaciones de planta similares.

Son producciones que entran dentro de los límites de lo esperable y similares a lo obtenido en otras zonas (Molina et al., 1990; Coronado, 2001; Anónimo 2001). Superar 20.000 kg.ha^{-1}, puede ser un resultado suficientemente remunerador.

Características morfológicas de la mazorca

Diámetro

Durante el periodo de muestreo, las mazorcas llegan a alcanzar en algunos casos hasta 55 mm de diámetro, siendo un poco después cuando paran de crecer, alcanzando su máximo. Si nos centramos únicamente en el periodo en que el ajuste a una recta es bastante bueno, podemos apreciar que el crecimiento del diámetro es similar en los tres cultivares y cercano a 1mm diario (figura 5). Con todo Challenger se destaca con un crecimiento más acelerado de 1.14 $mm.día^{-1}$ que el que alcanzó Rival, 1.07 $mm.día^{-1}$ o Jubilee, que se quedó en solo 0.915 $mm.día^{-1}$. En el momento de la recolección los diámetros eran similares y cercanos a 40 mm (tabla 1).

Longitud

El ajuste que se consigue, en el periodo de muestreo, a una recta es muy bueno y como en los otros casos podríamos considerarlo satisfactorio (figura 7), pero el ajuste a una polinómica de orden dos, mejora sustancialmente los coeficientes de determinación en los cultivares Rival y Jubilee, no así en Challenger (figura 8). Permite también este ajuste, en los dos cultivares señalados, determinar el punto máximo y afirmar que la primera hipótesis de crecimiento continuado presentada en la figura 7, probablemente debía ser descartada, y cuestionadas muchas de las afirmaciones realizadas en otros epígrafes, ya que como se aprecia en la figura 6, en la que solamente se han unido los puntos, la marcha de este parámetro tiene poco que ver con los dos aproximaciones de que se ha hablado, parece que como es lógico, y ya se ha dicho, se podría ajustar mejor a una curva del tipo logístico, cosa que se reserva para posteriores trabajos, ya que también habría que considerar que en este parámetro el ajuste a una recta en el tramo en estudio es peor que el que se obtenía en las figuras 2, 3 y 4.

Aunque ocurre que en el momento de la recolección a mayor diámetro, mayor peso de mazorca (tabla 1), no se puede decir lo mismo de la longitud, pues las más largas, que son las del cultivar Jubilee, no son las más pesadas. Rival tiene las mazorcas más cortas y también de menos peso unitario.

CONCLUSIONES

En condiciones de Guadalajara es posible obtener buenos rendimientos en maíz dulce con siembras de fin de primavera (en el caso que nos ocupa se sembró el dos de junio), llegándose a rendimientos por encima de las 22 $t.ha^{-1}$, en los tres cultivares estudiados: dos normales, Jubilee y Rival y uno superdulce, Challenger.

En estas fechas y en condiciones de Guadalajara con los cultivares estudiados se puede conseguir, con ciclos cortos o semicortos, completar el ciclo de producción en 80 días, llegando a cosechar sobre el 20-22 de agosto que es cuando se alcanzó el nivel considerado óptimo de M.S., el 26%.

Los tres cultivares se comportaron de forma bastante parecida; aunque Challenger era superdulce, no se ha comportado de forma muy diferente a los otros dos y si cabe son mayores las analogías de Rival con él que con Jubilee que es el otro normal, no superdulce.

BIBLIOGRAFÍA

ANÓNIMO. 2001. Catálogo de Asgrow Vegetable Seeds. AVS Ibérica S.L. Madrid.
LÓPEZ L., 1991. *Cultivos Herbáceos*, vol. I: Cereales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid
CORONADO., 2001. *Producción de maíz dulce*. Comunicación personal
MOLINA E., REVILLA A., CONTRERAS F., GÓMEZ C. y CAÑAVERAS A., 1990. Cultivo del maíz dulce. *Serie Divulgación Técnica, 10*. Consejería de Agricultura Ganadería y Pesca de Murcia.

Cuadro 1

PARÁMETROS DE LA MAZORCA ENSAYADOS EN LOS DIFERENTES CULTIVARES DE MAÍZ DULCE

CULTIVAR	PESO SUCIO (g)	PESO LIMPIO (g)	DIÁMETRO (mm)	LONGUITUD (mm)	M.S. (%)	PRODUCCIÓN ($kg.ha^{-1}$)
Rival.....	338.20	173.14 b	39.65	177.74 b	28.16	22.300
Challenger	358.86	190.54 a	40.94	195.90 a	28.62	23.600
Jubilee	342.87	185.12 a	40.74	200.24 a	27.48	22.600

Letras diferentes tras los resultados, en columnas, implican la existencia de diferencias estadísticamente significativas al 5%.

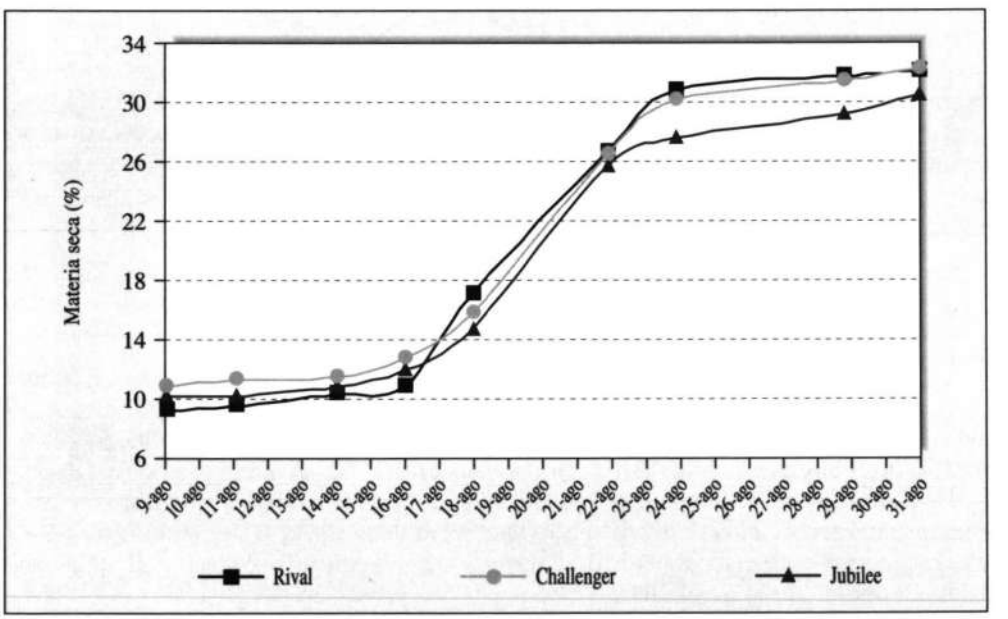

Figura n.º 1

EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA SEGÚN EL CULTIVAR DE MAÍZ DULCE

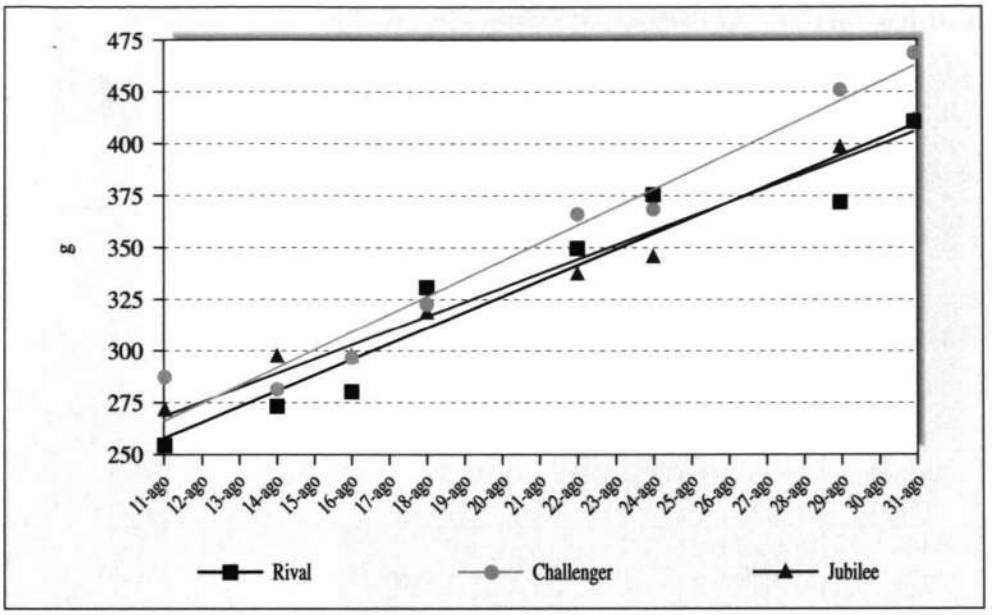

Figura n.° 2

EVOLUCIÓN DEL PESO SUCIO DE LA MAZORCA
SEGÚN EL CULTIVAR DE MAÍZ DULCE

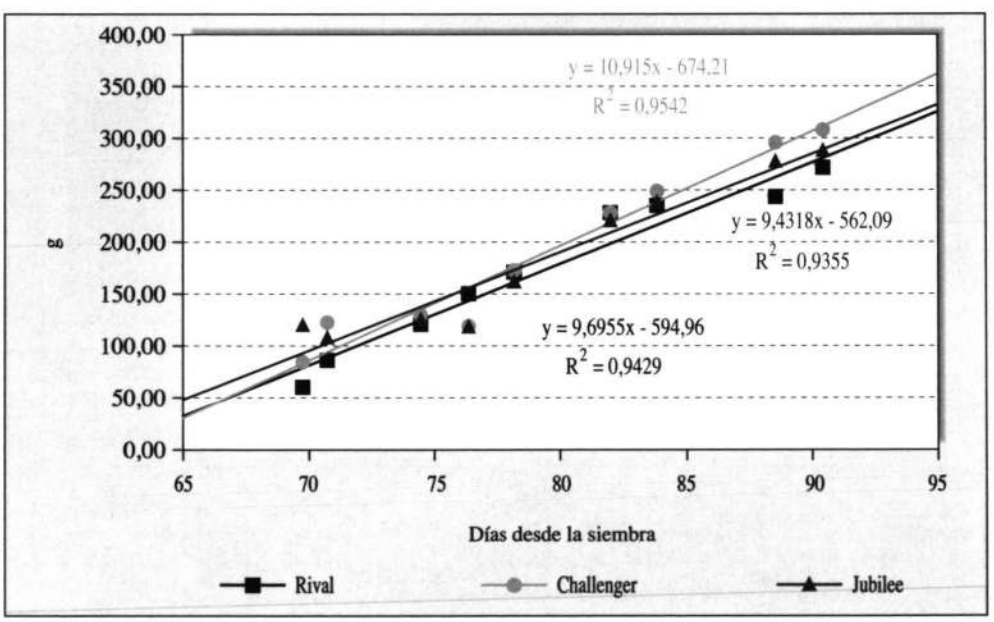

Figura n.° 3

EVOLUCIÓN DEL PESO LIMPIO DE LA MAZORCA
EN LAS CERCANÍAS DE LA RECOLECCIÓN

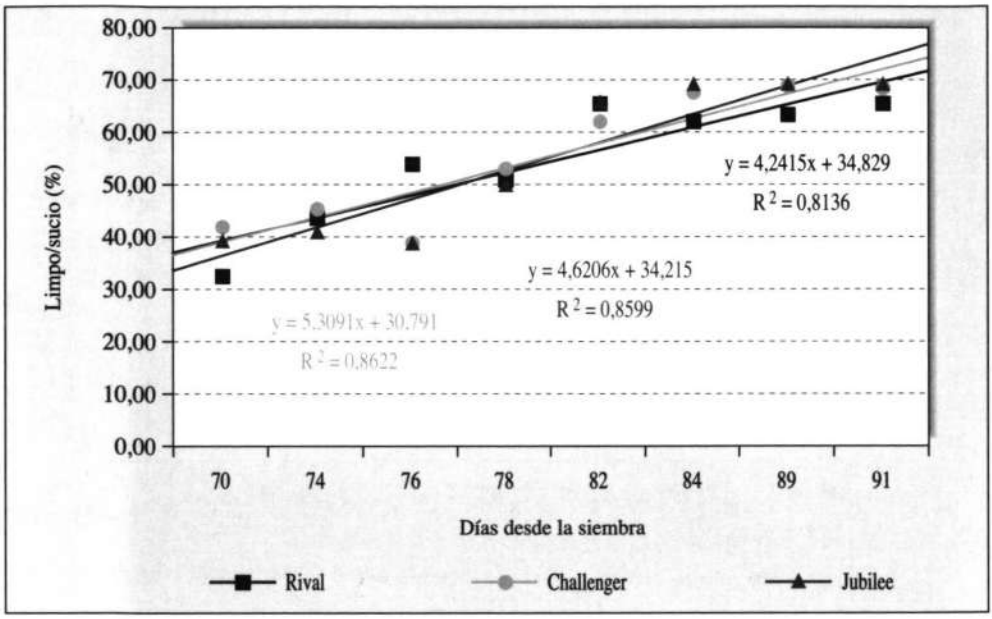

Figura n.º 4

RELACIÓN ENTRE LE PESO LIMPIO Y EL SUCIO (CON ESPATAS), EN FECHAS CERCANAS A LA DE RECOLECCIÓN

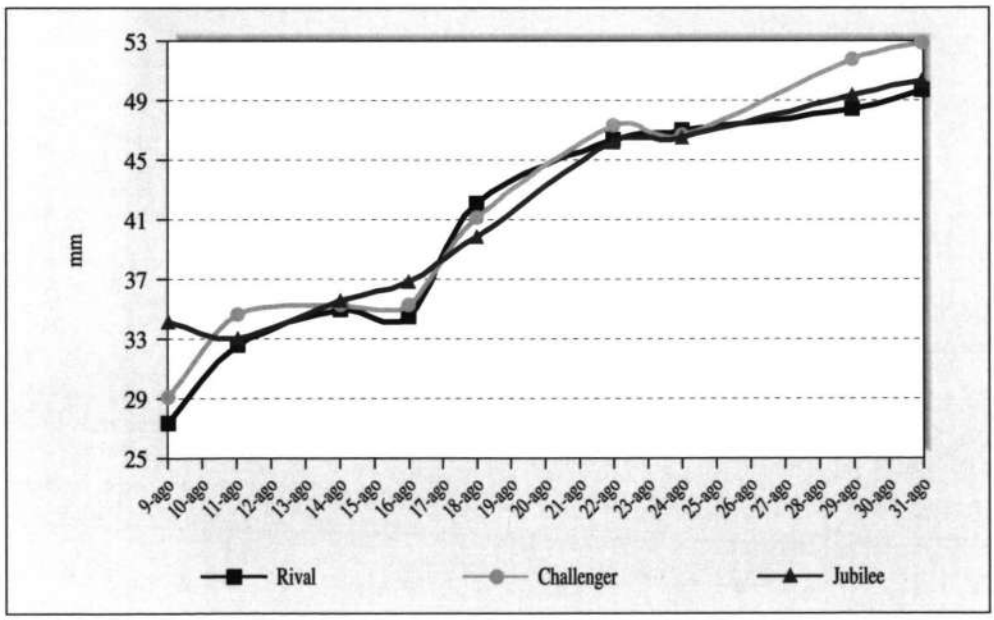

Figura n.º 5

DIÁMETRO EN LA ZONA ECUATORIAL SEGÚN EL CULTIVAR DE MAÍZ DULCE

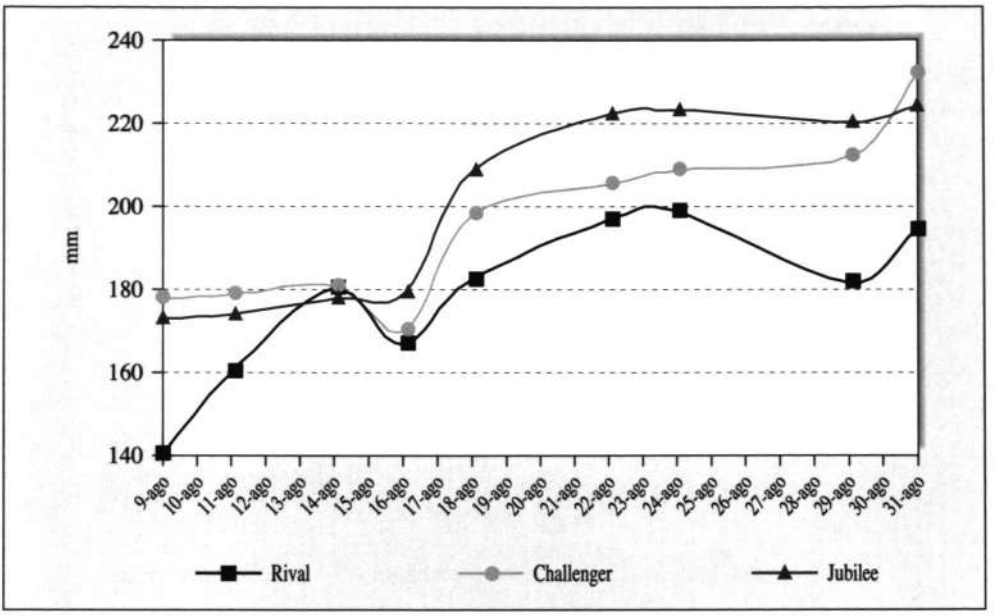

Figura n.º 6

LONGUITUD DE LA MAZORCA
SEGÚN EL CULTIVAR DE MAÍZ DULCE

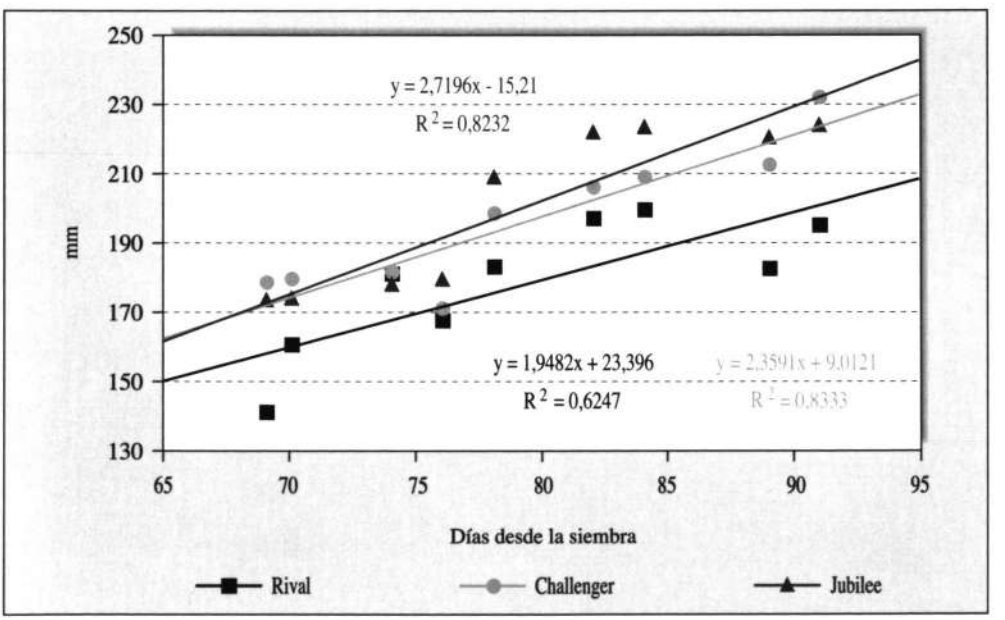

Figura n.º 7

EVOLUCIÓN DE LA LONGITUD DE LA MAZORCA

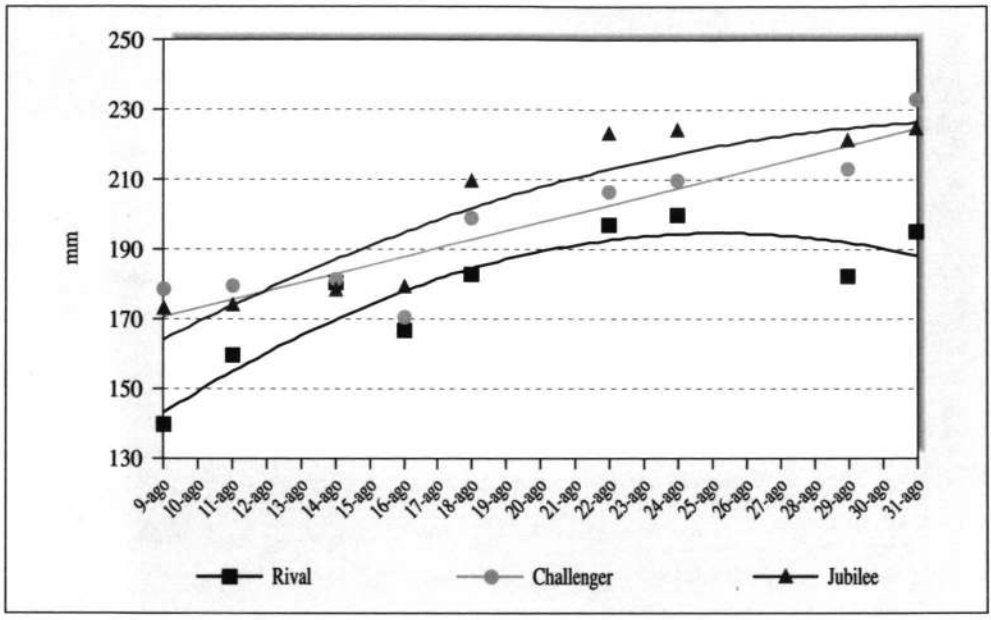

Figura n.º 8

LONGITUD DE LA MAZORCA SEGÚN EL CULTIVAR DE MAÍZ DULCE