



**MAÍZ: RESPUESTA A LAS CONDICIONES
AGROMETEOROLÓGICAS
DE LA CAMPAÑA 2011/2012**



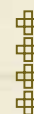




MAÍZ: RESPUESTA A LAS CONDICIONES AGROMETEOROLÓGICAS DE LA CAMPAÑA 2011/2012



César M. Lamelas* □ Jorge D. Forciniti* □ Lorena M. Soulé Gómez* □ Daniel E. Gamboa**



INTRODUCCIÓN

La campaña 2011/2012 puede clasificarse como la segunda más seca de los últimos 30 años, después de la campaña 1988/1989, para un gran número de localidades de la provincia. Se caracterizó por condiciones térmicas e hídricas inadecuadas para toda el área de cultivo de granos en la provincia de Tucumán y áreas de influencia (oeste de Santiago del Estero y sudeste de Catamarca).

Las precipitaciones fueron irregulares en la mayoría de los meses analizados, totalizando entre los meses de octubre y marzo, un promedio del 58% del valor normal de lluvias en el área de cultivo de granos. Los bajos aportes de lluvias del bimestre octubre-noviembre resultaron en escasos valores de agua acumulados en el suelo para la siembra. En el mes de diciembre, la situación se recompuso levemente, especialmente en la zona oeste del área en cuestión. Sin embargo, en el trimestre que va de enero a marzo, se agudizaron las condiciones de sequía, siendo en general los aportes menores a lo normal. En abril hubo aportes por encima de lo normal prácticamente en toda el área, volviendo en mayo a registros por debajo de lo normal.

Para el análisis de las condiciones ambientales en el área maicera, se utilizó la información de siete estaciones meteorológicas telesupervisadas: cinco ubicadas en el sector norte y centro (Rapelli, El Azul, La Cruz, Monte Redondo y Javicho) y dos en el sector sur (Casas Viejas y Bajastiné), cuya ubicación puede verse en la Figura 1.



Esta información se complementó con los datos de precipitaciones en el resto de la provincia, generados por la red pluviométrica provincial.

PRIMERA PARTE: CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS GENERALES DE LA CAMPAÑA 2011/2012

> EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AIRE EN EL ÁREA MAICERA

Las Figuras 2 y 3 representan las medias móviles de cinco días para valores máximos y mínimos de la temperatura del aire. Puede verse que en el 70% de los días del mes de noviembre se registraron temperaturas mayores a 30°C, que llegaron en algunas zonas hasta 41,5°C (Tabla 1). Diciembre fue térmicamente normal, pero se destaca un período extremadamente caliente ubicado entre el 18 y 22, con máximas absolutas que en algunas localidades llegaron a casi 44°C. El trimestre enero-marzo se caracterizó por un gran número de días con temperaturas mayores que lo normal, llegando a computarse en promedio un 75% de los días del mes con temperaturas mayores a 30°C.

Abril tuvo, en general, temperaturas máximas medias normales y mínimas medias superiores a lo normal. La primera quincena fue la más caliente, con valores que variaron entre 32°C y 35°C, mientras que en la segunda hubo un importante descenso de la temperatura máxima media, debido a una sucesión de días con lluvias. Esto no sucedió con las mínimas medias, que descendieron recién hacia fines de mes.

Mayo fue normal desde el punto de vista de las máximas medias, con máximas absolutas que estuvieron en el orden de los 28°C y 32°C, mientras que las mínimas medias fueron superiores a lo normal.

> COMPORTAMIENTO DE LAS PRECIPITACIONES EN EL ÁREA MAICERA EN DISTINTAS ESCALAS TEMPORALES

La Figura 4 exhibe los valores acumulados de precipitaciones entre octubre de 2011 y mayo de 2012, comparados con igual período de la campaña 2010/2011 y los promedios históricos de algunas localidades seleccionadas. En todas las localidades relevadas, los valores estuvieron por debajo de sus respectivas normales y también por debajo de los de la campaña anterior. Desde el punto de vista de la variabilidad espacial, en la localidad de La Cruz llovió solo un 60% del valor normal, mientras que en Monte Redondo llovió un 63%; en Rapelli llovió un 73% y en Bajastiné y Casas Viejas en el Sur un 73% y 77%, respectivamente. Por último, en Javicho, se registró aproximadamente un 84% del valor normal de

precipitaciones.

En la Figura 5 se puede apreciar la variabilidad tanto temporal como espacial de las precipitaciones. En octubre y noviembre, los aportes fueron muy irregulares y en general por debajo de lo esperado, lo que profundizó la sequía estacional y demoró el inicio de las siembras. En diciembre se incrementaron las lluvias, pero en el mes de enero las precipitaciones cayeron a valores que, en general, se pueden calificar como muy inferiores a lo normal. Febrero fue un mes muy irregular, con aportes normales en el sur de la provincia, pero con valores muy inferiores o extremadamente inferiores a lo normal en el resto de las localidades. En marzo, tan solo la localidad de La Cruz presentó valores normales. Finalmente, en abril las lluvias estuvieron por encima del valor normal, mientras que en mayo las precipitaciones fueron nulas o muy escasas.

> DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE LAS ANOMALÍAS DE LAS PRECIPITACIONES EN LA PROVINCIA DURANTE LA CAMPAÑA 2011/2012

Precipitaciones en la provincia durante la campaña 2011/2012

Las Figuras 6 a 10 muestran la evolución de las lluvias totales mensuales, expresadas como proporción de los valores normales, desde octubre de 2011 hasta mayo de 2012, para diversas localidades de la provincia, agregándose el total de la campaña.

Las lluvias de octubre y noviembre mostraron una marcada irregularidad en su distribución espacial. En ambos meses, dominaron los registros por debajo de lo normal. En noviembre, puede apreciarse un importante número de estaciones con acumulados menores al 33% de lo normal (círculos rojos). En diciembre, aunque distribuidos irregularmente, hubo una recomposición de los valores acumulados. Puede verse, en las mencionadas figuras, que la mayoría de los registros mensuales estuvieron por debajo de lo normal (círculos amarillos, naranjas y rojos).

En enero, persistieron y se agudizaron las condiciones de sequía; el promedio general de las precipitaciones alcanzó solo un 40% del valor normal y los registros, casi en su mayoría, representaron valores menores al 66% del promedio de referencia para la misma localidad.

En febrero, se agudizaron aun más las condiciones de sequía en gran parte de la provincia, concentrándose mayormente las precipitaciones en la segunda quincena. En el noreste, los valores fueron inferiores al 33% del valor normal y en la zona centro-este, los valores estuvieron entre el 33% y el 66% de lo normal, mientras que en la zona sur hubo una recomposición, con valores ligeramente por encima del promedio de

referencia. Marzo continuó siendo irregular y seco, salvo por una pequeña zona en el pedemonte norte, que tuvo valores por encima de lo normal. En el resto los valores fueron muy dispares, predominando registros menores al 66% del valor normal en la zona centro y noreste y valores inferiores al 33% de lo normal en la zona sur.

En general, en abril los valores de lluvia estuvieron por encima de lo normal, con algunos pocos registros en donde la lluvia totalizó un 80% del valor normal (zona centro-este de Burruyacú). En mayo, volvieron a hacerse presentes las precipitaciones irregulares y escasas.

El comportamiento descrito determinó que en esta campaña, los volúmenes totales aportados fueran en general menores que lo normal y, en gran parte de la provincia, menores al 66% respecto del promedio de referencia.

SEGUNDA PARTE: CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA CAMPAÑA 2011/2012 EN MONTE REDONDO

> COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA DEL AIRE

La Figura 11 muestra las anomalías de las temperaturas máximas y mínimas medias mensuales para Monte Redondo. En lo referente a las máximas, se destacaron el mes de marzo, con temperaturas muy superiores a lo normal, y los meses de noviembre, enero y febrero, con temperaturas superiores a lo normal. En tanto, el mes de diciembre tuvo también un desvío positivo, aunque sus valores se ubicaron dentro del rango de la normalidad. El período finalizó con un enfriamiento en abril y un calentamiento relativo en mayo.

En cuanto a las mínimas, las anomalías positivas más significativas ocurrieron en los meses de febrero (extremadamente superior a lo normal) y abril y mayo (superior a lo normal). En el mes de marzo las temperaturas fueron inferiores a lo normal, mientras que en el resto de los meses, las temperaturas mínimas medias fueron normales.

En la Figura 12, se graficaron las medias móviles de cinco días para las temperaturas (MM5 T) máxima y mínima diarias, como así también las duraciones de los subperíodos para cuatro fechas de siembra (datos del plan de trabajo sobre fechas de siembra en maíz del Programa Granos de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, EEAOC). Se puede observar que hubo un período caliente de alrededor de 115 días, de temperaturas máximas mayormente por encima de lo normal y que abarcó casi todos los subperíodos del cultivo de maíz, para las cuatro fechas

de siembra ensayadas.

> COMPORTAMIENTO DE LA HUMEDAD RELATIVA EN LA SUBESTACIÓN MONTE REDONDO

En la Figura 13, puede verse la cantidad de horas con humedad relativa menor a 50% en los meses comprendidos entre octubre de 2011 y mayo de 2012, y su comparación con el promedio de las campañas comprendidas entre los años 2006 y 2011.

Se aprecia que en el mes de diciembre, los valores de la campaña en análisis superaron en un 50% a los del promedio de las cinco campañas anteriores. En el mes de enero, los superó en un 160%, mientras que en febrero y marzo los valores acumulados de horas por debajo de 50% se dispararon varias veces con respecto a los valores promedio.

> CONDICIONES HÍDRICAS DE LA CAMPAÑA 2011/2012

En la Figura 14 se muestra la marcha de las lluvias mensuales, sus anomalías (valores y signos) y su correspondiente calificación, para la Subestación Monte Redondo. Puede apreciarse que desde noviembre hasta marzo, en ninguno de los meses se registraron valores normales; además en el bimestre enero-febrero, los meses en los que normalmente hay un mayor aporte, los valores de precipitación fueron muy inferiores a lo normal.

La Figura 15 muestra los desvíos acumulados a través de los aportes diarios con respecto a la normal, para la Subestación Monte Redondo desde octubre hasta mayo para las campañas 2011/2012 y 2010/2011. Se hace evidente que, desde el inicio de la campaña y hasta mediados de diciembre, los valores acumulados fueron similares a los de la campaña anterior. A partir de allí, la campaña 2010/2011 comenzó su recuperación e inclusive, en el mes de febrero, los valores acumulados superaron al valor normal, culminando en mayo, al final de la campaña, con un déficit cercano a los 50 mm. En sentido contrario, la presente campaña presentó un sostenido descenso, tan solo interrumpido brevemente por ocasionales precipitaciones, siendo el déficit acumulado al final del mes de mayo de más de 300 mm por debajo del valor normal.

Para poder calificar la severidad de esta campaña, se ordenaron en forma creciente los valores de precipitación de los últimos 32 años acumulados entre los meses de octubre y mayo, registrados en la Subestación Monte Redondo. En la Tabla 2 se muestran las seis campañas más secas. Se observa que la campaña en análisis se ubica segunda en orden de severidad, con 526,0 mm, solo superada por la campaña 1988/1989, en la que se registraron 443,2 mm en el mismo período.

> COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS EN LAS DISTINTAS FECHAS DE SIEMBRA

Tomando como base los ensayos de fechas de siembra de maíz del Programa Granos de la EEAOC y los datos meteorológicos de la estación meteorológica automática ubicada en la Subestación Monte Redondo, perteneciente a la misma institución, se estimaron los subperíodos y se analizaron las variables meteorológicas más importantes.

Como puede observarse en la Tabla 3, el número de horas con humedad relativa menor a 50% fue muy alto en las cuatro fechas, pero fue disminuyendo en fechas de siembra más tardías.

La cantidad de lluvia antes de la siembra (contabilizada desde el 01/10/2011) fue muy escasa en las cuatro fechas y fue aumentando desde la primera a la cuarta, sin superar los 300 mm. La lluvia durante el ciclo de cultivo fue muy inferior a lo normal, siendo la tercera fecha la que más lluvia recibió, con 314 mm, y la cuarta fecha la que menos precipitó, con solo 249 mm. La cantidad de días de lluvia fue similar en todas las fechas, variando entre 33 y 38 días en el total del ciclo de cultivo.

Hubo una gran cantidad de horas con temperaturas mayores a 30°C en las cuatro fechas, disminuyendo, como es previsible, desde la primera a la cuarta fecha. Comportamiento similar tuvo el total, también elevado, de horas con temperaturas mayores a 35°C.

Los valores de radiación solar fueron muy similares para las cuatro fechas, mientras que los valores de evapotranspiración potencial calculada por el método de Penman oscilaron entre los 400 mm y 550 mm, con tendencia decreciente a medida que se atrasaba la fecha de siembra.

COMPARACIÓN DE LA CAMPAÑA 2011/2012 CON LAS CAMPAÑAS 2006 A 2011

Teniendo en cuenta las mismas variables analizadas, comparamos sus comportamientos en la campaña 2011/2012 con el promedio de las cinco campañas anteriores (desde 2006/2007 a la 2010/2011), valores que fueron volcados en la Tabla 4.

Puede apreciarse que en promedio, el ciclo de la presente campaña se acortó en ocho días con respecto al promedio de las campañas anteriores. Como habíamos mencionado, la cantidad de horas con humedad relativa menor al 50% fue muy alta para la campaña actual, superando al promedio de referencia en casi tres veces.

La lluvia antes de la siembra fue un 30% menor en esta campaña comparada con el promedio, mientras que la lluvia durante el ciclo del cultivo fue de un poco más de

la mitad y los días de lluvia en la campaña estuvieron en el orden del 64% del promedio referido.

Las temperaturas en el ciclo de cultivo fueron muy altas; tan es así que estas estuvieron por encima de 30°C en un 89% más de horas que en el promedio de años anteriores, mientras que las superiores a 35°C se dieron en una cantidad de horas que representa un 446% del valor de referencia.

La radiación solar presentó valores muy similares para ambos, mientras que la evapotranspiración de referencia calculada por el método de Penman fue un 11% mayor en la campaña actual.

En la Tabla 5, se observa el comportamiento de las distintas variables en los distintos subperíodos del ciclo de cultivo (S: siembra; CPC: comienzo del período crítico; PC: período crítico; y FPC: fin de período crítico). Podemos observar que se mantiene la relación observada entre la presente campaña y el promedio de las campañas anteriores. Llamamos la atención los valores de lluvia, tanto en el subperíodo que va desde siembra a comienzos del período crítico como en el período crítico mismo, ya que ellos estuvieron muy por debajo de los valores de referencia. Lo mismo sucedió con la cantidad de horas con humedad relativa menor al 50% en todo el subperíodo y la cantidad de horas con temperaturas mayores a 30°C y 35°C.



FIGURA 1. Área maicera y estaciones meteorológicas automáticas en la provincia de Tucumán. Campaña 2011/2012.

TABLA 1

Temperaturas máximas absolutas en el período octubre 2011-mayo 2012, en localidades seleccionadas del área de producción de granos de la provincia de Tucumán y zonas de influencia.

Localidad	OCT-11	NOV-11	DIC-11	ENE-12	FEB-12	MAR-12	ABR-12	MAY-12
Monte Redondo	37,7***	41,4°	43,3°	41,9°	38,6***	37,7***	33,8**	30,4*
La Cruz	37,5***	41,1°	43,6°	41,2°	38,5***	38,1***	34,5**	30,8*
El Azul	37,3***	41,2°	42,6°	39,9***	35,9***	38,2***	34,9**	31,2*
Rapelli	35,8***	40,7°	42,6°	39,9***	38,2***	39,6***	34,3**	31,3*
Javicho	36,8***	41,7°	43,8°	41,8°	38,3***	37,5***	34,8**	32,2**
Casas Viejas	33,8**	39,5***	42,3°	39,3***	37,9***	34,9**	33**	28,6*
Bajastiné	33,2**	39,6***	42,5°	39,3***	37,6***	36,7***	32,4**	28,6*

*: < a 32 °C -- **: 32 °C a 34,9 °C -- ***: 35 °C a 39,9 °C -- °: >= a 40 °C

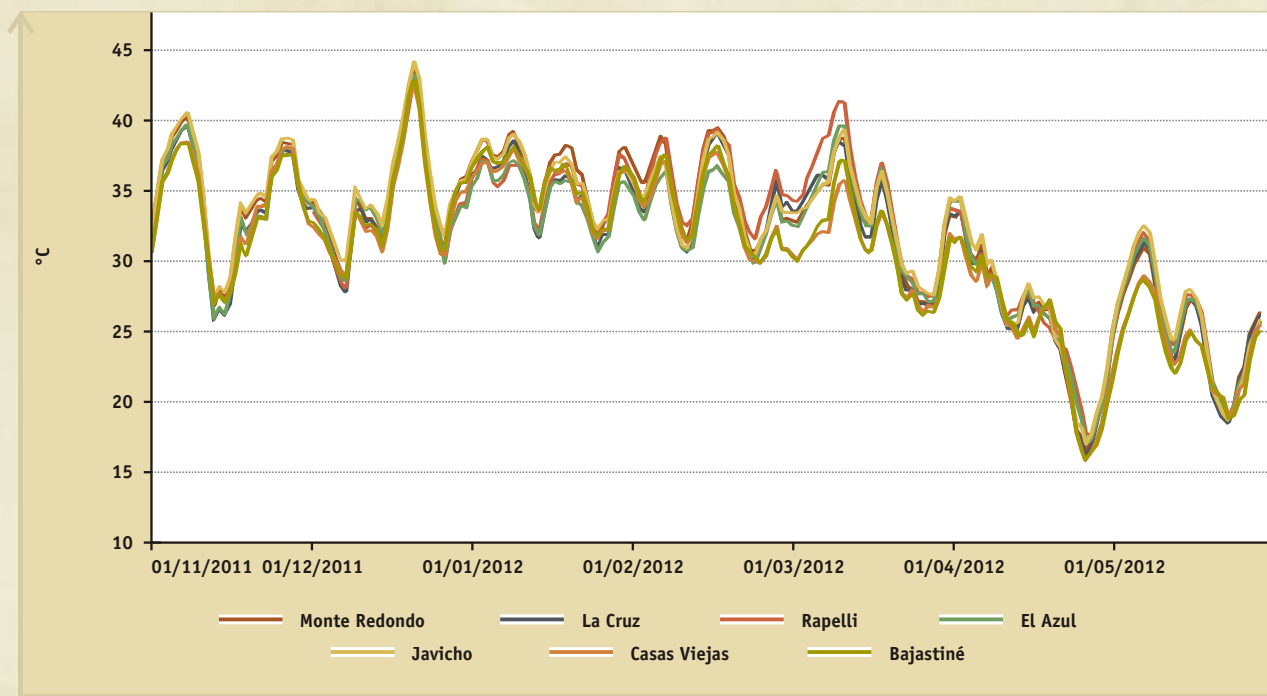


FIGURA 2. Media móvil de cinco días para temperaturas máximas diarias, en el período noviembre 2011 - mayo 2012, para cinco localidades del área maicera de Tucumán y zonas de influencia.

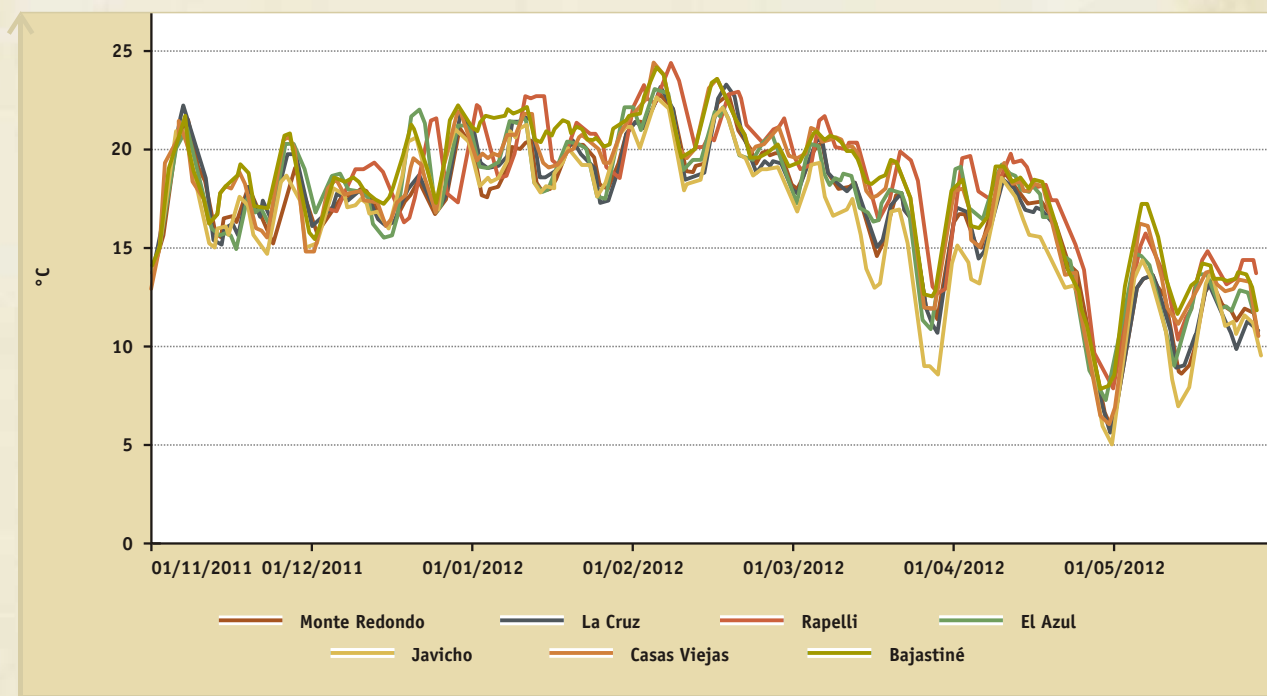


FIGURA 3. Media móvil de cinco días para temperaturas mínimas diarias, en el período noviembre 2011 - mayo 2012, para cinco localidades del área maicera de Tucumán y zonas de influencia.

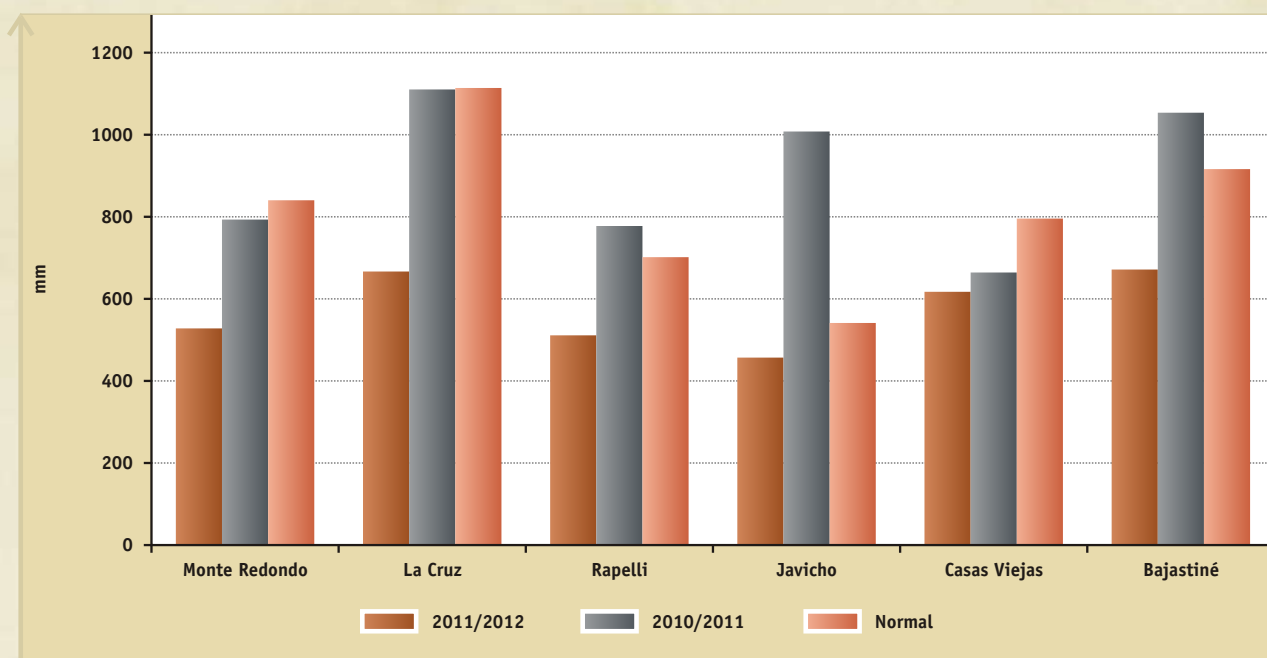


FIGURA 4. Precipitaciones totales del período octubre 2011 - mayo 2012, para seis localidades del área maicera de Tucumán y zonas de influencia.

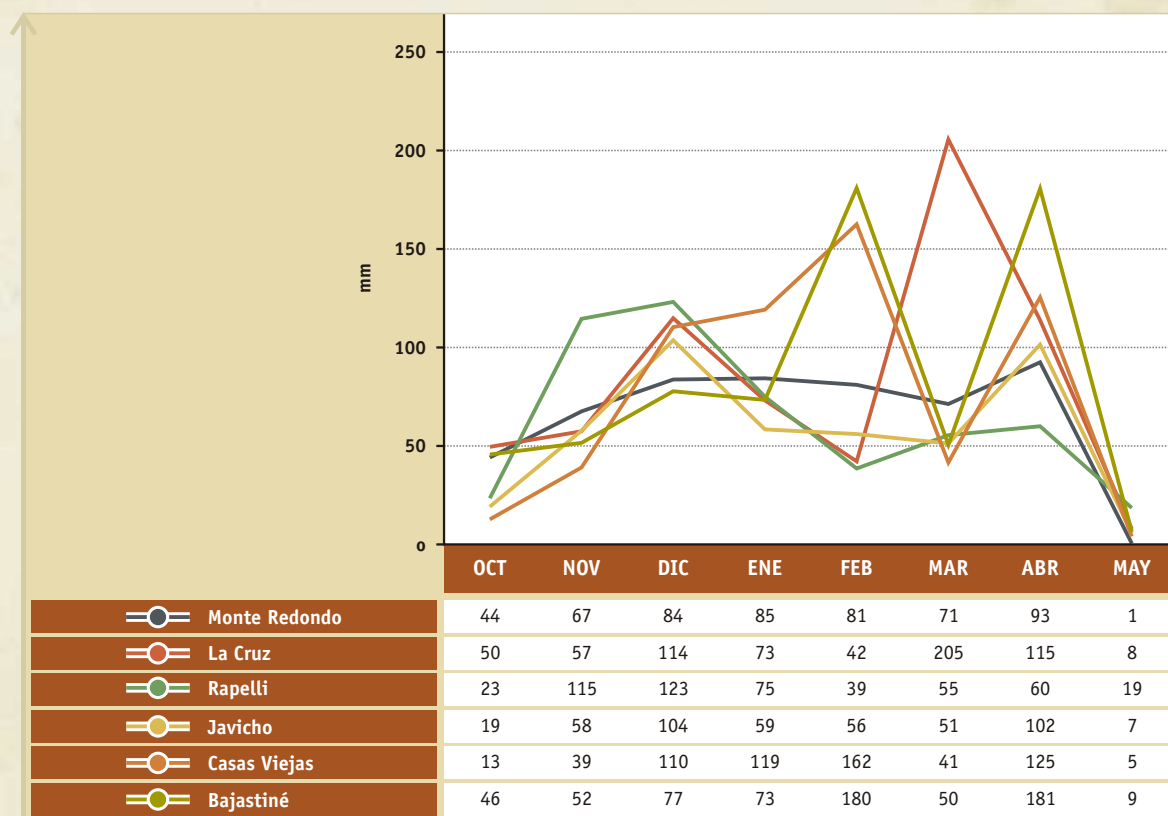


FIGURA 5. Precipitaciones totales mensuales en la campaña 2011/2012, en seis localidades del área maicera de Tucumán y zonas de influencia.

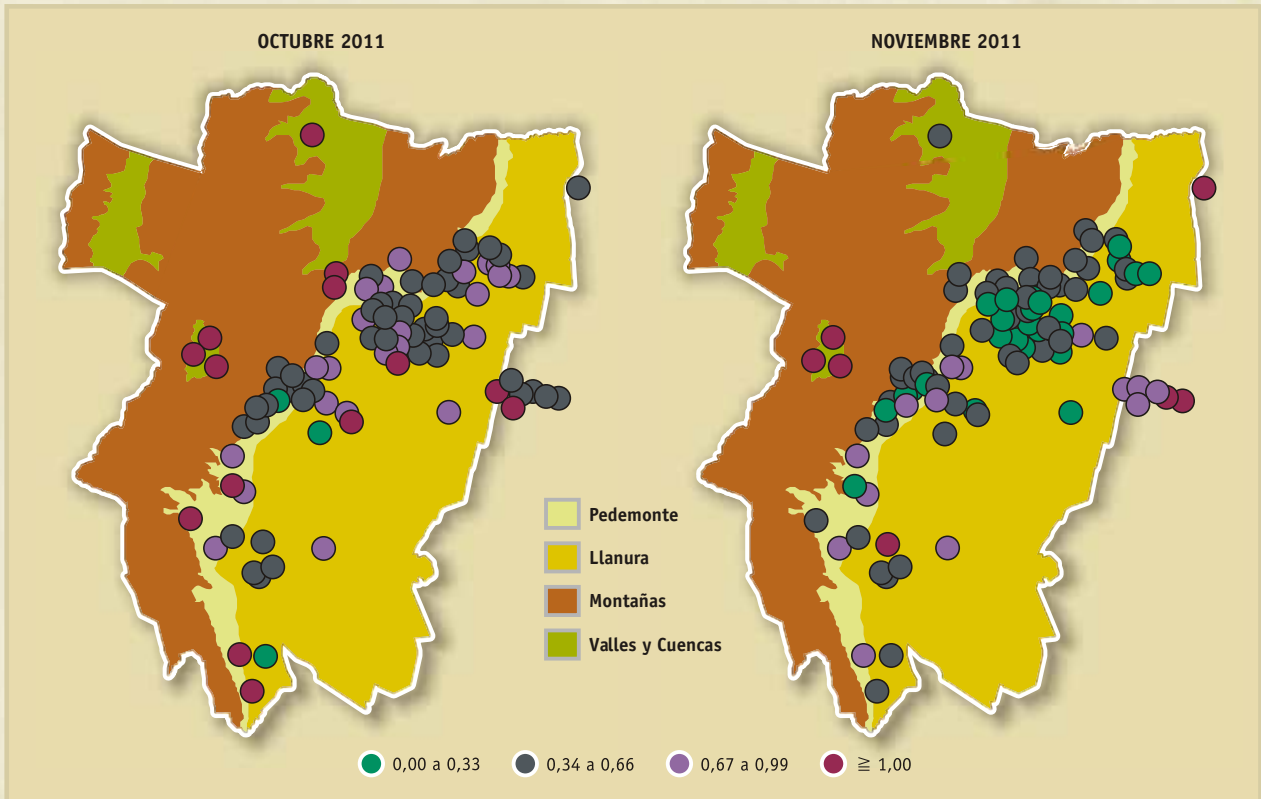


FIGURA 6. Anomalías de precipitaciones totales mensuales en los meses de octubre y noviembre de 2011 en la provincia de Tucumán.

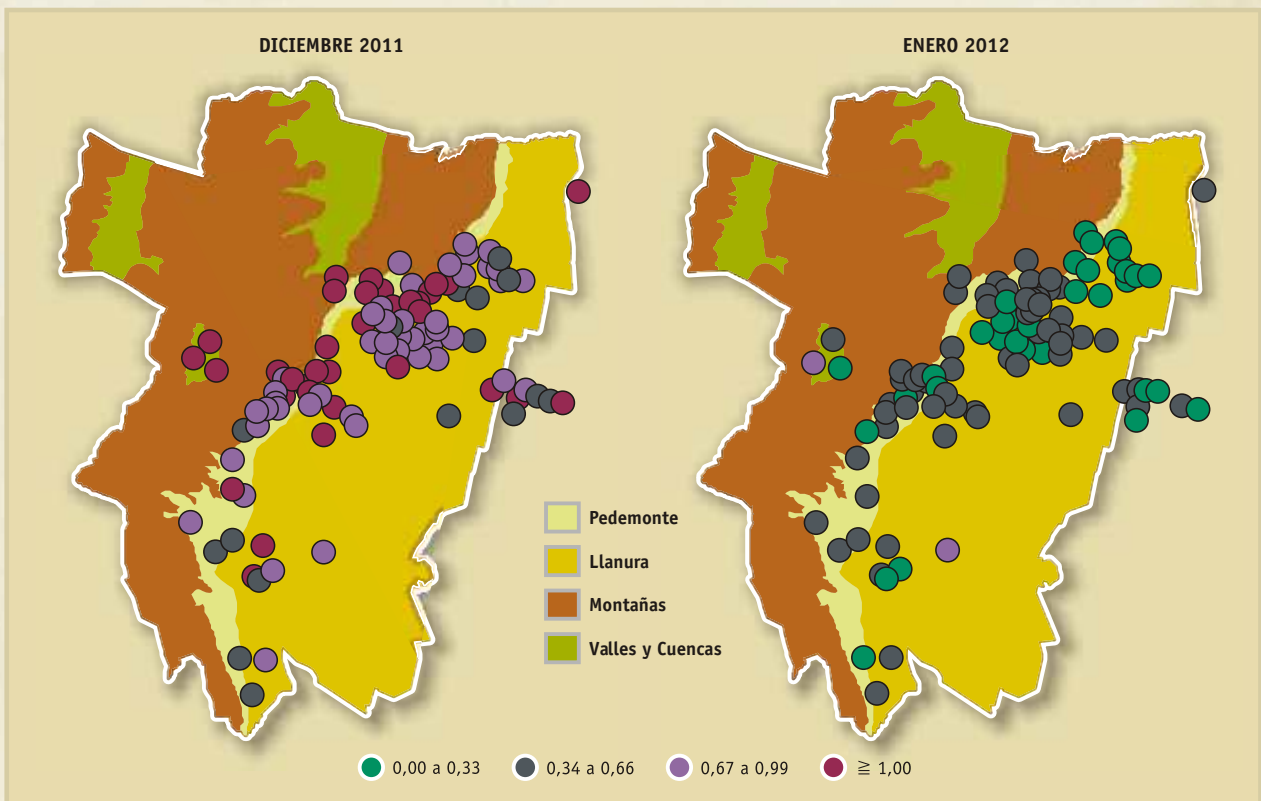


FIGURA 7. Anomalías de precipitaciones totales mensuales en los meses de diciembre de 2011 y enero de 2012, en la provincia de Tucumán.

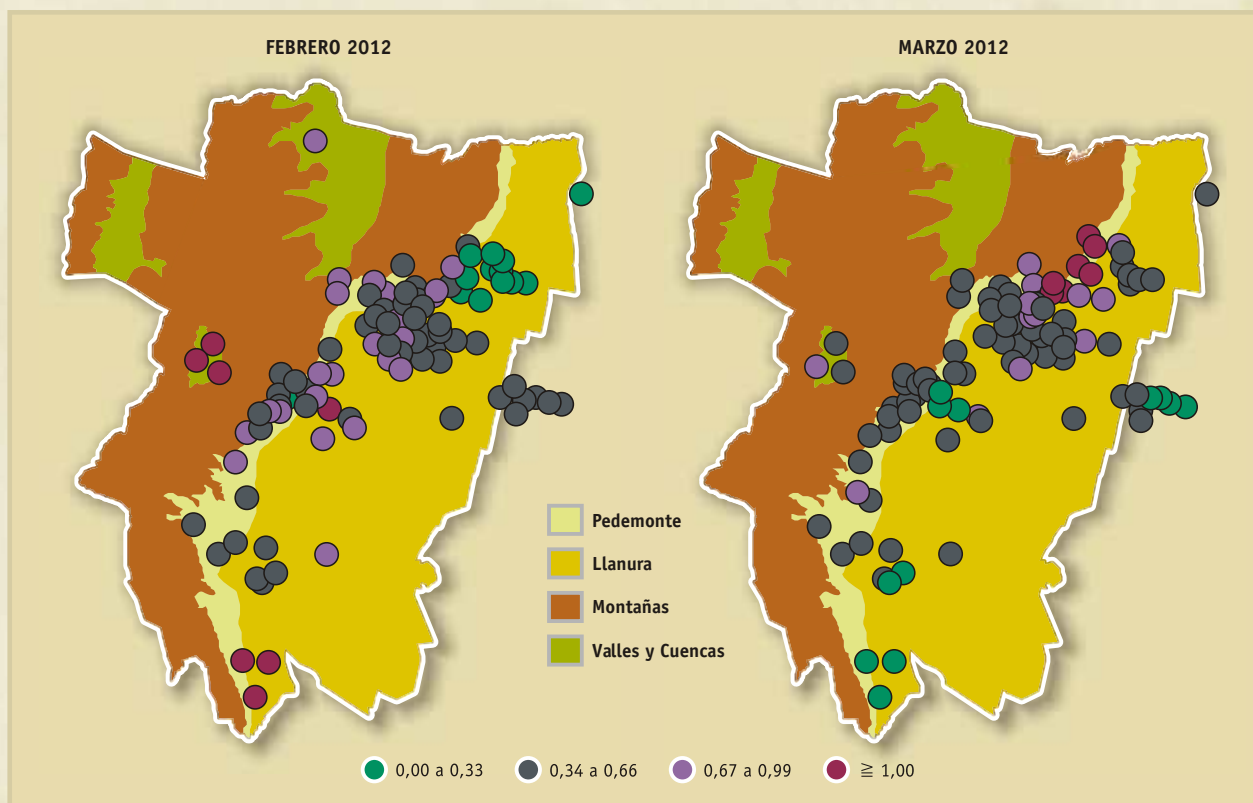


FIGURA 8. Anomalías de precipitaciones totales mensuales en los meses de febrero y marzo de 2012 en la provincia de Tucumán.

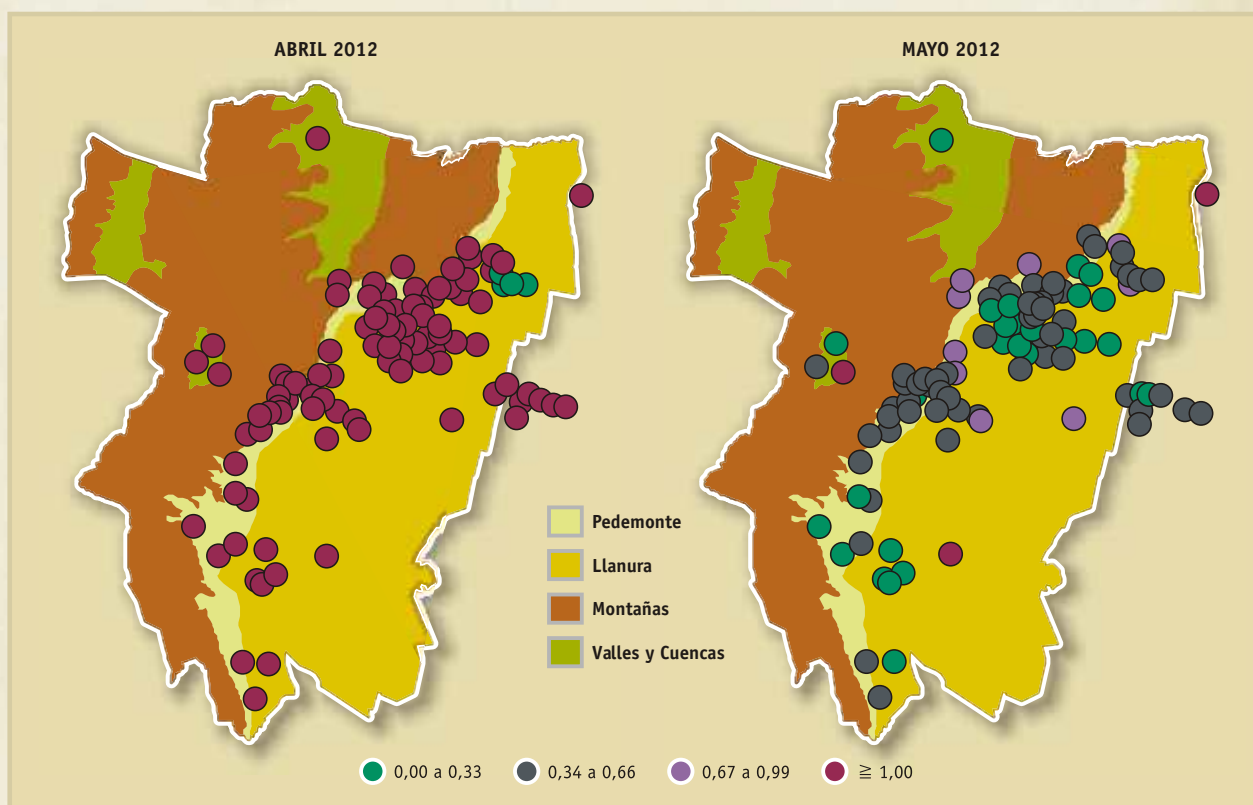


FIGURA 9. Anomalías de precipitaciones totales mensuales en los meses de abril y mayo de 2012, en la provincia de Tucumán.

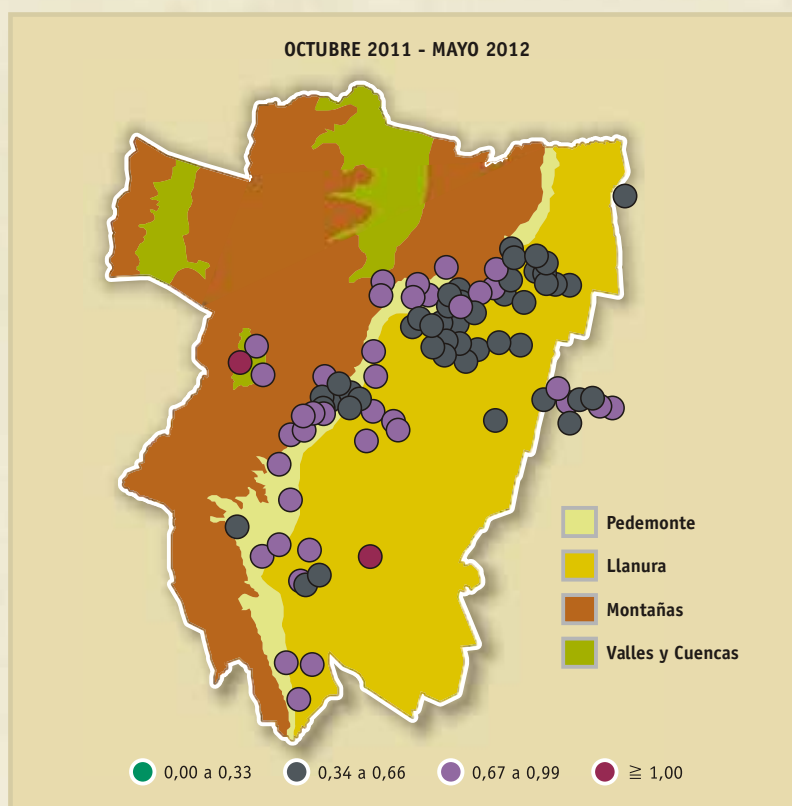


FIGURA 10. Anomalías de precipitaciones totales en la campaña 2011/2012 (de octubre a mayo), en la provincia de Tucumán.

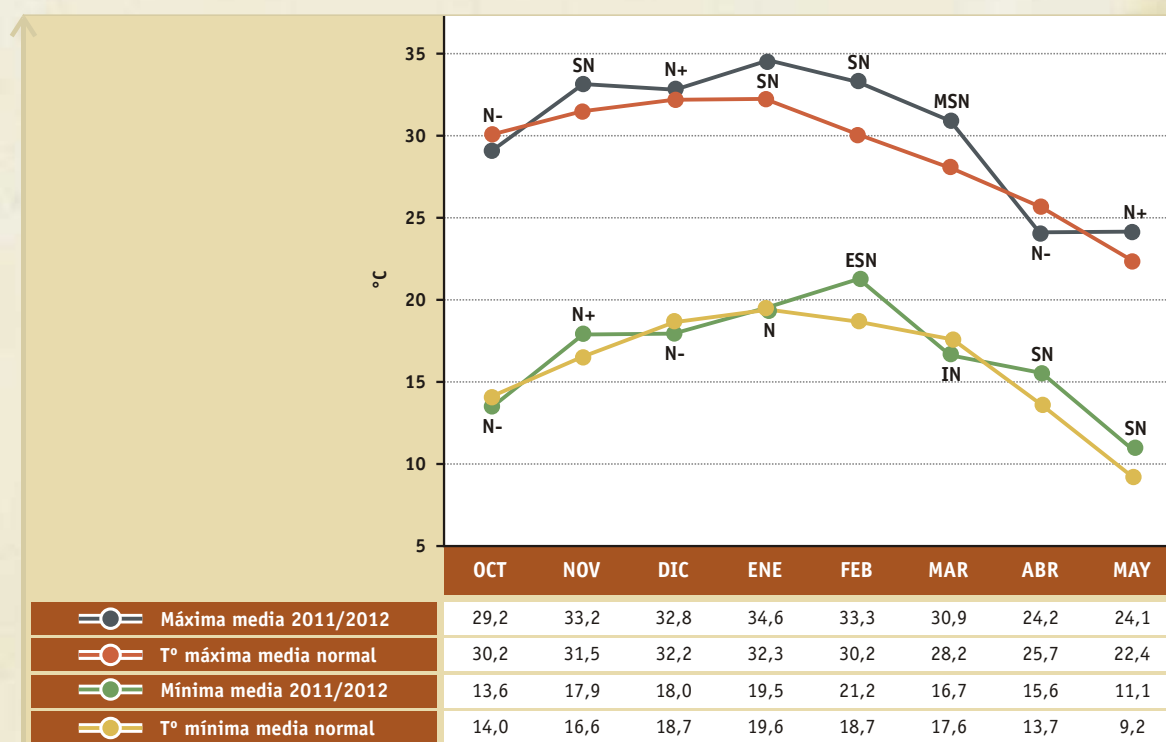


FIGURA 11. Temperaturas máximas y mínimas medias mensuales del período octubre 2011 - mayo 2012, comparados con sus respectivos promedios de referencia y calificación de la anomalía térmica. Subestación Monte Redondo, localidad de San Agustín, provincia de Tucumán.

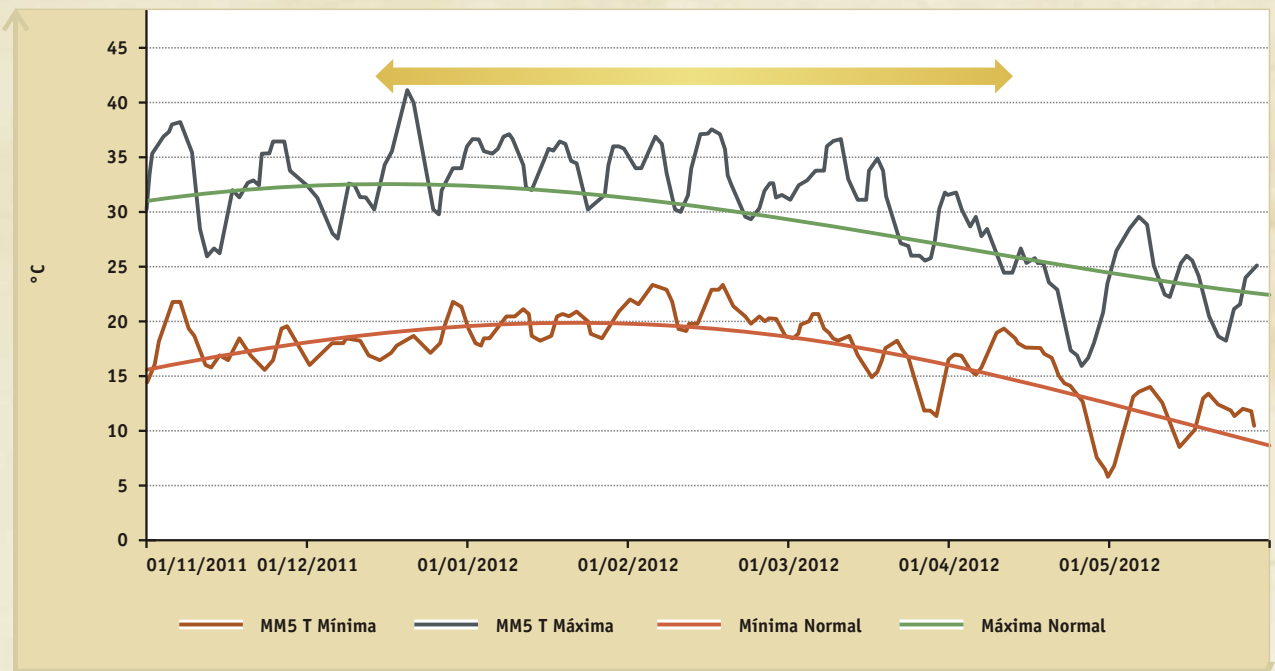


FIGURA 12. Medias móviles pentádicas para las temperaturas (MM5 T) máximas y mínimas diarias en el período noviembre 2011 - mayo 2012, sus respectivos promedios de referencia diarios. Subestación Monte Redondo, localidad de San Agustín, provincia de Tucumán.

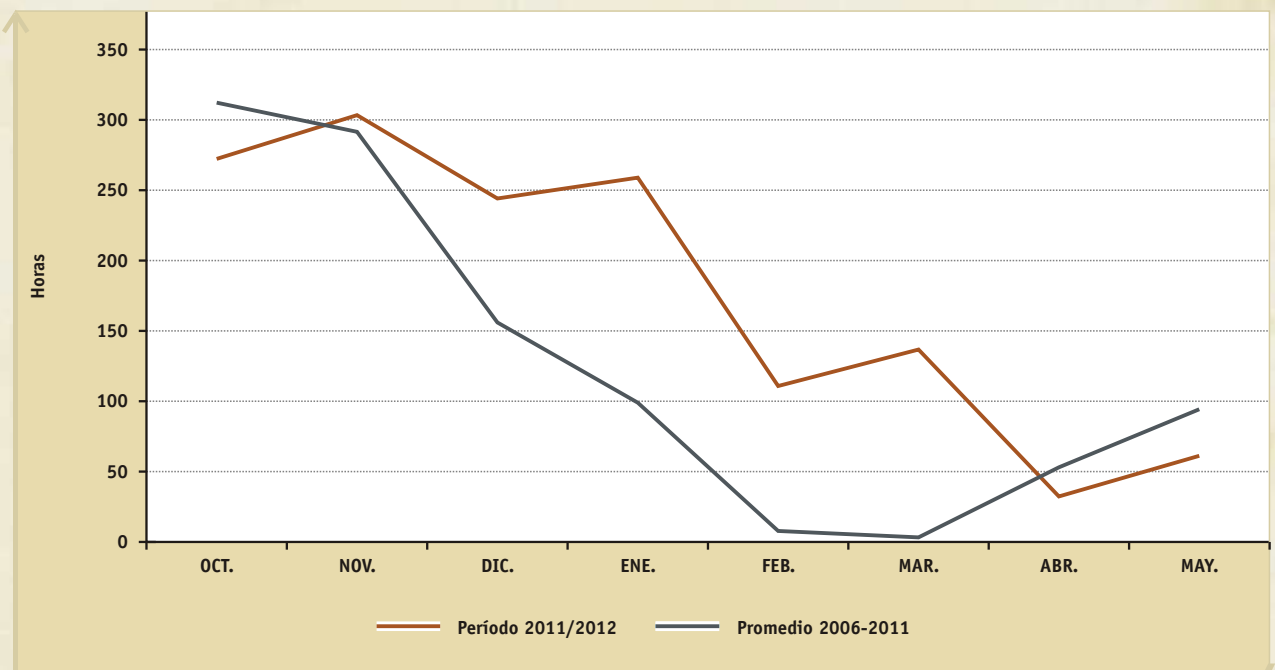


FIGURA 13. Cantidad de horas, por mes, con humedad relativa menor al 50% en el período octubre 2011 - mayo 2012, en comparación con el promedio de las campañas comprendidas entre los años 2006 y 2011. Subestación Monte Redondo, localidad de San Agustín, provincia de Tucumán.

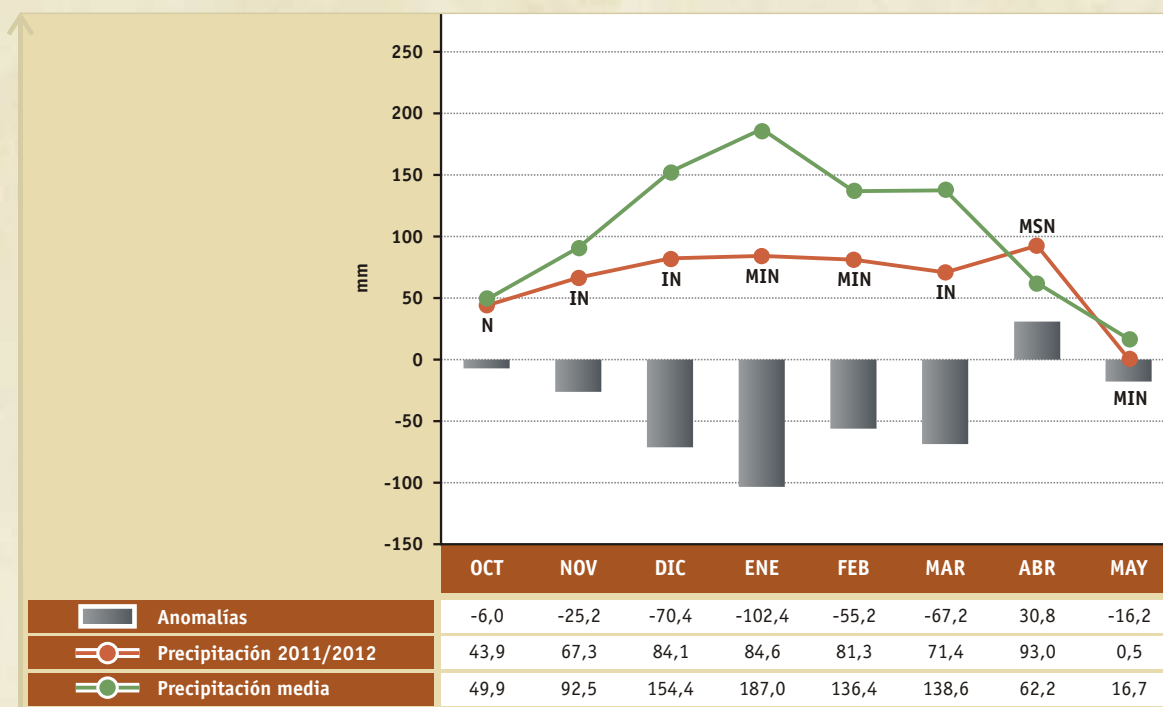


FIGURA 14. Totales mensuales de precipitación y sus correspondientes desvíos registrados en la Subestación Monte Redondo, en la localidad de San Agustín, provincia de Tucumán. Período octubre 2011 - mayo 2012.

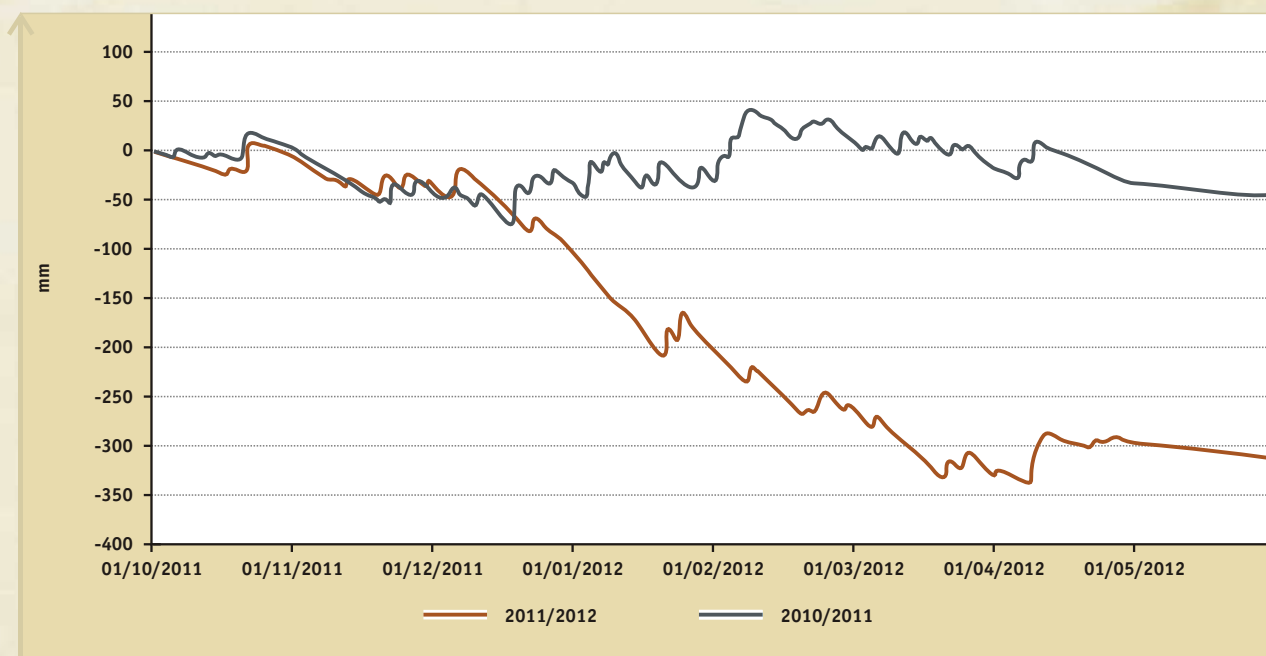


FIGURA 15. Desvíos de precipitaciones acumuladas con respecto al valor normal en la Subestación Monte Redondo, localidad de San Agustín, provincia de Tucumán. Campañas 2011/2012 y 2010/2011.

TABLA 2

Las seis campañas con menores valores de precipitaciones acumuladas en orden decreciente en el período octubre-mayo, registradas entre 1980-2012 en la Subestación Monte Redondo, San Agustín, Tucumán.

MONTE REDONDO	
Año	Octubre-Mayo
1988/1989	443,2
2011/2012	526,0
1994/1995	564,5
1986/1987	587,0
2008/2009	626,9
1995/1996	671,0

TABLA 3

Comportamiento de las distintas variables meteorológicas en el ciclo de cultivo completo para las cuatro fechas de siembra, en la Subestación Monte Redondo, San Agustín, Tucumán.

Variables	Fecha de siembra 1	Fecha de siembra 2	Fecha de siembra 3	Fecha de siembra 4
Días del ciclo	111	109	110	112
Hs HR < 50 %	662	539	419	352
Lluvia antes de la siembra	164	192	205	277
Lluvia en el ciclo	261	278	314	249
Días con lluvia	33	34	38	37
Hs T° > 30°C	684	595	468	383
Hs T° > 35°C	220	172	120	98
R. solar media	248	232	210	188
Evapotranspiración	550	495	444	404

TABLA 4

Comportamiento de las distintas variables meteorológicas en el ciclo de cultivo completo para la campaña 2011/2012, promedio de las campañas 2006 a 2011 y la diferencia entre ambas. Subestación Monte Redondo, San Agustín, Tucumán.

Variables	2006-2011	2011/2012	Diferencia (%)
Días del ciclo	118	110	93
Hs HR < 50 %	173	493	284
Lluvia antes de la siembra	297	209	70
Lluvia en el ciclo	509	276	54
Días con lluvia	55	35	64
Hs T° > 30°C	282	533	189
Hs T° > 35°C	34	152	446
R. solar media	209	219	105
Evapotranspiración	426	473	111

TABLA 5

Comportamiento de las distintas variables meteorológicas en los distintos períodos del ciclo de cultivo para la campaña 2011/2012, promedio de las campañas 2006 a 2011 y la diferencia entre ambas. Subestación Monte Redondo, San Agustín, Tucumán.

Variables	Subperíodos	2006-2011	2011/2012	Diferencia
Hs HR media < 50 %	S - CPC	94	233	139
	PC	11	84	73
	FPC - R6	56	92	36
Lluvia	S - CPC	541	277	-264
	PC	95	59	-37
	FPC - R6	74	91	17
Días con lluvia	S - CPC	21	10	-11
	PC	10	6	-5
	FPC - R6	14	14	0
Hs T° > 30°C	S - CPC	164	247	83
	PC	41	104	63
	FPC - R6	35	77	42
Hs T° > 35°C	S - CPC	29	81	51
	PC	2	28	26
	FPC - R6	0	16	16