

Informe de las condiciones agroclimáticas de los departamentos Cruz del Eje, Minas, norte de Punilla y Copacabana

Agencia de Extensión Rural INTA Cruz del Eje

Febrero 2024

José María Tessi

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Nicolás A. Mari

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Maria del Rosario Ahumada

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Autoridades

Juan Cruz Molina Hafford

Presidente - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Aquiles Salinas

Director Regional CR Córdoba - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Martin Giletta

Director EEA Manfredi - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Proyectos intervinientes

Proyecto local - Innovación y resiliencia para los sistemas diversificados del arco noroeste de Córdoba

Plataforma de Innovación Territorial para el arco del noroeste de Córdoba

Proyecto Regional - Contribuciones para el desarrollo de sistemas ganaderos sustentables, el agregado de valor en origen y la innovación organizacional en el marco de la bioeconomía

Proyecto Regional - Innovaciones tecnológicas y organizacionales para la gestión integrada de los recursos naturales

Proyecto Disciplinario - Adaptación a la variabilidad y al cambio global:
herramientas para la gestión de riesgos, la reducción de impactos y el aumento de la resiliencia de socioecosistemas

1-Introducción

En este informe se pretende aportar información objetiva sobre la situación agroclimática de los departamentos correspondientes al área de influencia de la Agencia de Extensión Rural del INTA Cruz del Eje (AER INTA CDE), la cual se corresponde con los territorios de los departamentos Cruz del Eje, Minas, pedanías Dolores y San Antonio del departamento Punilla y la pedanía Copacabana del departamento Ischilín (Figura 1).

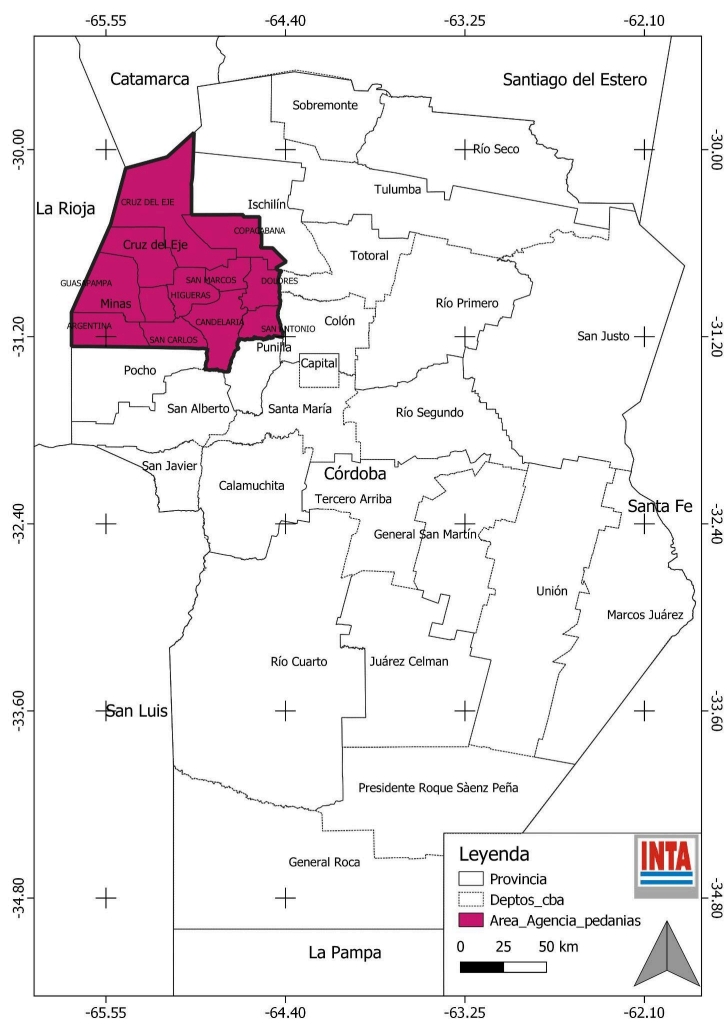


Figura 1: Área de influencia de la AER INTA Cruz del Eje.

2- Contexto

El área antes mencionada se inserta en la región más conocida como el arco noroeste de la provincia de Córdoba, a su vez esta se encuentra dentro de la región fitogeográfica chaqueña, región más occidental y árida de la gran macro región Chaco Americano. La región fitogeográfica posee características propias, como la presencia específica de especies vegetales herbáceas, arbustivas y arbóreas, siendo la presencia de un único quebracho “Quebracho blanco” *Aspidosperma*

quebracho-blanco, a diferencia del “Chaco semi árido o Húmedo”. También hace referencia a esta caracterización su topografía, pudiendo encontrar en esta misma región subregiones de altura denominado “Chaco Serrano” y pastizales de altura. Respecto a la climatología de la región podemos destacar la estacionalidad de las precipitaciones de tipo “régimen Monzónico” (de los meses de octubre a abril), veranos tórridos con temperaturas máximas promedio de 29 °C en enero. En cuanto a las precipitaciones el promedio para la región de Cruz del Eje es de 575 mm anuales. (Morello, 1985).

3- Principales sistemas productivos de la región

La AER CDE abarca una superficie aproximada de 1.5 millones de hectáreas de extensión, esto implica una gran variedad de sistemas productivos o producciones locales, que a fin de simplificar su descripción las clasificamos en dos grandes grupos: Producción de secano y producción bajo riego. De cada grupo se desprenden distintos tipos de producciones asociadas principalmente a la fuente y disponibilidad de agua (Figura 2)

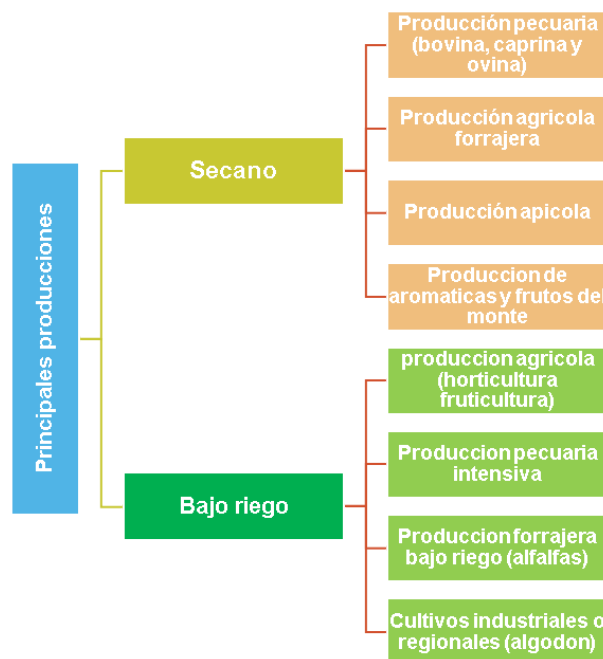


Figura 2: Sistemas productivos del área de influencia de la AER INTA CDE.

La gran heterogeneidad de los sistemas productivos implica un abordaje diferencial a cada uno de ellos, tanto en la transferencia y adopción de tecnologías de procesos e insumos como también en la asistencia y acompañamiento ante situaciones de crisis.

4- Análisis de la sequía: ¿Cuál es la diferencia entre sequía y año seco?

Según la Real Academia Española, sequía se define como **tiempo seco de larga duración**, pero vamos a profundizar un poco más, la sequía es “un período de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico” (OMM, 1992).

En nuestra región es muy común escuchar con frecuencia en el vocabulario de los productores la palabra sequía o “seca”, pero es mucho más frecuente vivir este evento en zonas áridas como la nuestra. *Reflexión y a tener en cuenta...vivimos en una zona árida.* Los eventos de seca son más normales de lo que creemos.

Ahora bien, ¿Es lo mismo decir año seco, seca, sequía moderada que sequía? ¿Cuándo estamos en un año seco, en sequía, en año normal o año húmedo? ¿Cómo definimos si es un año de sequía severa?

Para diferenciar estas situaciones complejas tomamos como referencias trabajos realizados por el INTA EEA La Rioja, (Avila R. et al 2014) que se basan en registros de precipitaciones históricas, promedio de precipitaciones y desviaciones estándar de las mismas, las que describimos a continuación:

Se establece como un año húmedo, aquel año en el cual su precipitación acumulada supera por más de un 30% el promedio histórico. Año Normal es aquel año que sus precipitaciones acumuladas se encuentran entre un rango entre un 30% superior y 30% inferior al promedio. Año seco o sequía moderada se define como aquel año en el que su precipitación se encuentra entre un rango de 30 a 40% inferior al promedio. Y sequía extrema es aquel año en el que las precipitaciones se encuentran un 60% por debajo del promedio histórico (cita).

En base a estos umbrales, a continuación se aplican a la serie histórica de precipitaciones de la AER INTA CDE.

4.1- Precipitaciones históricas en Cruz del Eje

A los fines de generar información sobre las condiciones históricas del régimen de precipitaciones de la región, y en base a ello definir los umbrales antes mencionados, se empleó la base de datos de precipitaciones de la AER del INTA Cruz del Eje. La base consta de datos pluviométricos desde el año 1976 hasta la actualidad. De acuerdo a dicha base se obtiene la información local para definir los años de acuerdo a las 4 categorías antes mencionadas: Año húmedo, año normal, año de sequía moderada y año de sequía extrema (Tabla 1).

Año Húmedo	> 739 mm
Año normal	739 y 410 mm
Año de sequía moderada	entre 410 y 246 mm
Año de sequía extrema	< 246 mm

Tabla 1: categorías de regímenes pluviométricos para la definición de años húmedos, normales o secos.

A continuación se presenta el registro histórico de lluvias junto con los umbrales definidos en la tabla 1.

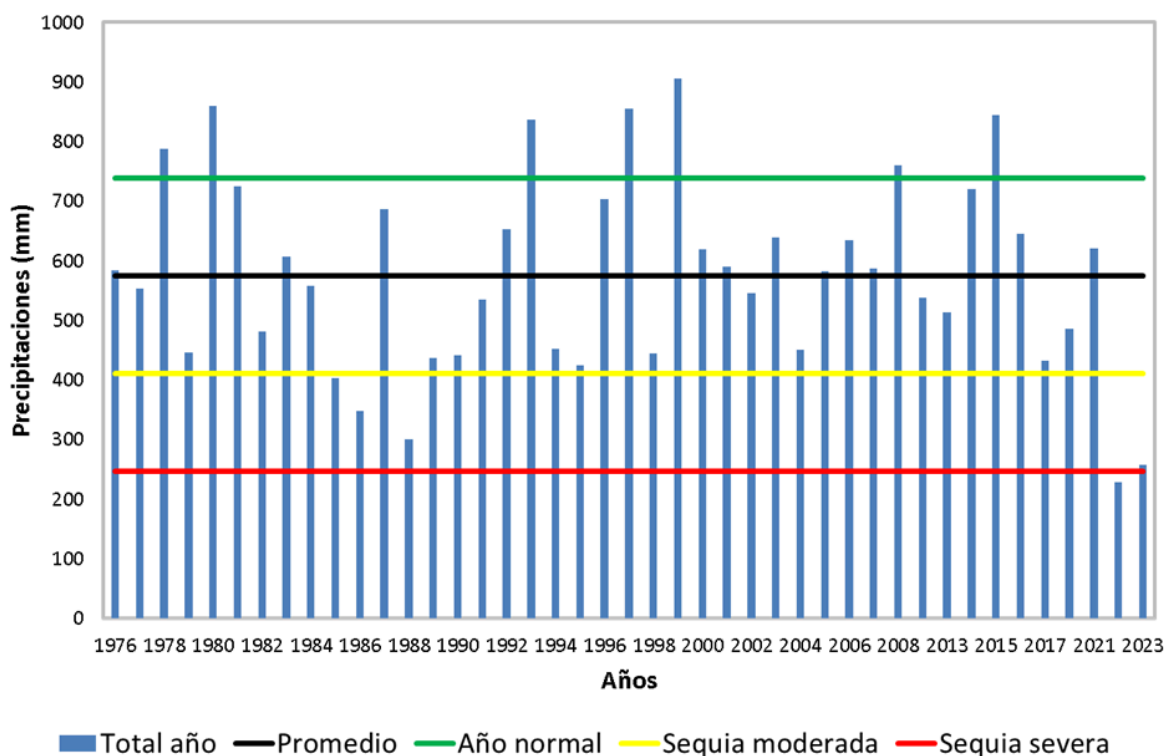


Figura 3: Precipitaciones históricas Cruz del Eje. FUENTE: 1976 a 2018 registro histórico AER INTA Cruz del Eje – 2018 a 2023 registro red de pluviómetros APRHI Consorcio CDE.

Cada una de las barras verticales celestes corresponden a la precipitación acumulada de un determinado año, la línea horizontal negra hace referencia al promedio histórico de Cruz del Eje, 575 mm. Los años ubicados entre las líneas amarilla y verde son los “años normales” por encima de la línea verde corresponde a “años Húmedos”, aquellos que se ubican entre las líneas amarillas y rojas corresponden a años de “sequía moderada” y por último aquellos que se ubican por debajo de la línea roja se encuentran en “sequía extrema”, en resumen...

Por último, también es importante destacar la distribución de las precipitaciones en el tiempo, dentro de un año y con el correr de los años.

Por ejemplo, diferenciar dentro de un mismo año un periodo seco de uno húmedo, a continuación, se grafica la distribución mensual de las precipitaciones en Cruz del Eje.

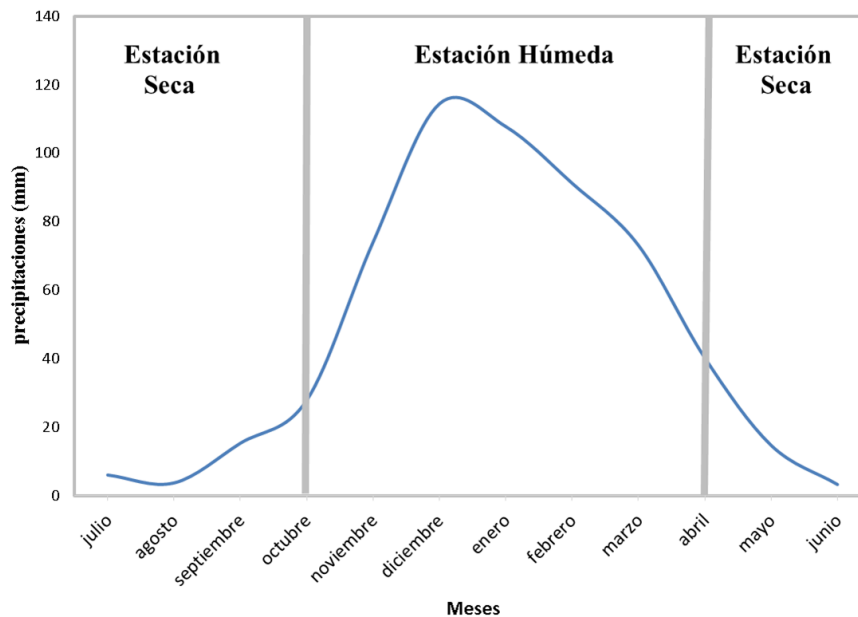


Figura 4: Gráfico de distribución de lluvias (promedio mensual).

Nótese en el gráfico anterior que el periodo contemplado entre los meses de octubre a abril sería el periodo húmedo del año mientras que de mayo a octubre un periodo seco. Este comportamiento es clave de conocer ya que condiciona el crecimiento y desarrollo de los pastizales naturales y pasturas de la región, el principal forraje de los sistemas productivos pecuarios dominantes.

Otro fenómeno a tener en cuenta y que se deja a consideración es el desplazamiento temporal de las precipitaciones, que pueden variar de acuerdo al año dentro o fuera de las estaciones húmedas o secas, lo cual puede generar distintos escenarios de disponibilidad de agua de acuerdo a cada sistema productivo (Figura 5)

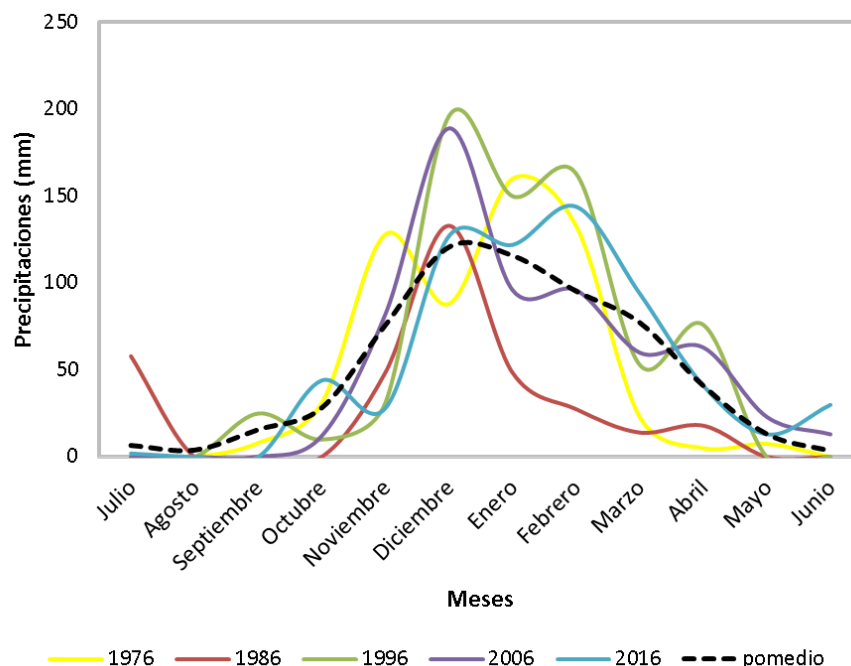


Figura 5: Curvas de precipitaciones cada diez años del pluviómetro de AER INTA Cruz del Eje.

Un fenómeno que suele acompañar el efecto de la sequía es el desplazamiento temporal de las precipitaciones, muchas veces escuchamos de los productores la frase “está lloviendo más tarde”. En el gráfico anterior se puede observar la ocurrencia de precipitaciones en los meses de febrero, marzo y abril, correspondientes a los años 1996, 2006 y 2016 (curvas de color verde, violeta y celeste respectivamente).

Estas precipitaciones son mal llamadas “lluvias de fuera de época”, pero en realidad ocurren dentro del período húmedo descrito anteriormente, la diferencia está en su intensidad. Si pueden considerarse fuera de época para aquellos sistemas productivos dependientes de las precipitaciones por ejemplo cultivos de maíz, algodón, etc. Que además de las lluvias, sus rendimientos potenciales dependen de las temperaturas y del fotoperíodo, que decrecen en dicho período.

4.2- Anomalías de precipitaciones noviembre diciembre 23 y enero 24

Las anomalías de precipitaciones a nivel mensual son un buen indicador del déficit o exceso de agua que presenta el territorio cuando se lo compara contra sus valores medios. Aquí se analizan mapas que fueron elaborados y publicados por la Administración Provincial de Recursos Hídricos (APRHI). En ellos se consideran las precipitaciones acumuladas durante los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero comparando con la climatología de la provincia. (Figura 6).

El mes de Octubre se observa como un mes predominantemente seco en gran parte de la provincia. Solo se registraron acumulados de lluvias con cierta relevancia en algunos sectores puntuales del sur provincial. Como fue mencionado, Octubre es el mes donde normalmente inicia la estación húmeda, dejando atrás la estación seca del invierno. Por ello es importante destacar, que el inicio de la estación húmeda empieza con un déficit de lluvias generalizado por encima del 50% en gran parte del territorio provincial.

Durante el mes de noviembre, predominó en forma general, un déficit de precipitaciones en el sector de la zona sur, sureste y noroeste provincial. Mientras que en el sector del noreste, y de manera aislada en el suroeste de la provincia, las anomalías respecto a la media fueron positivas.

En diciembre, se acentúan las anomalías negativas en el centro y noroeste de la provincia, demorando aún más el inicio de las lluvias de la climatología esperadas para la región. La humedad por su parte, se hizo sentir con lluvias importantes en el sector este y sur provincial.

En el mes de enero, el sector del noroeste presenta un fuerte déficit que acentúa la tendencia de ese sector desde el inicio de la estación. Sin embargo, a excepción de un sector del este de la provincia, el resto del territorio obtuvo precipitaciones por encima de lo normal, dando lugar a una mejora generalizada de las precipitaciones de la región.

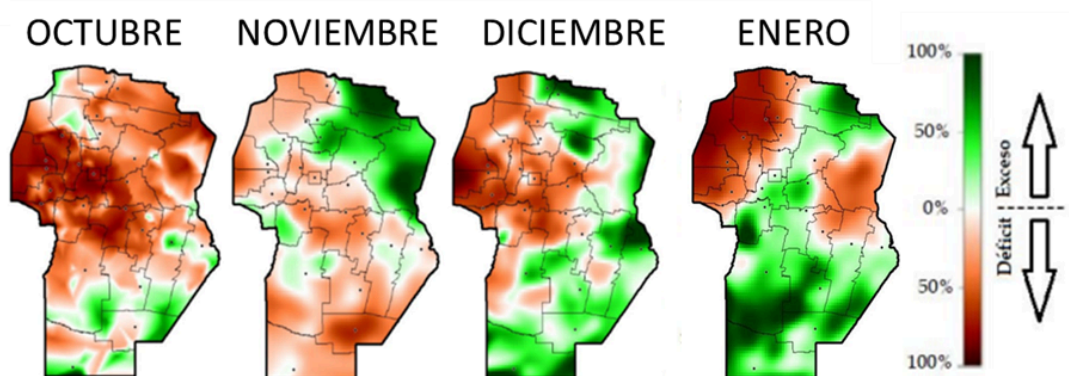


Figura 6: Anomalías de las precipitaciones ocurridas durante octubre, noviembre, diciembre y enero en la provincia de Córdoba (Fuente: APRHI).

4.3- Índices de sequía SISSA

Los índices de sequía provistos por el SISSA (Sistema de Información sobre Sequías para el sur de Sudamérica) son una herramienta complementaria y valiosa que nos permite monitorear y predecir la ocurrencia de sequías, anticipar los impactos esperables en sectores económicos y comunidades; y fomentar la planificación y preparación anterior a la ocurrencia de sequías para mitigar sus daños, aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad.

A continuación, se detallan los índices de SPI - Índice Estandarizado de Precipitación y SPEI - Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración.

4.3.1 SPI – índice estandarizado de precipitación:

El Índice de Precipitación Estandarizado (IPE, o SPI por sus siglas en inglés) cuantifica las condiciones de déficit o exceso de precipitación en un lugar y para una escala determinada de tiempo. El SPI fue desarrollado por McKee et al. (1993) y la ventaja de este índice es que su cálculo requiere únicamente registros de precipitación. Se calculan los totales acumulados de precipitación correspondientes al mes/año y escala temporal deseada (1, 2, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48 meses) y se ajusta una distribución teórica Gamma a los totales de cada mes en el período de referencia. Los parámetros de la distribución se usan luego para calcular el percentil correspondiente a los distintos valores de precipitación acumulada cuyo índice se desea calcular. Los valores de SPI resultantes son los cuantiles

correspondientes a estos percentiles para una distribución normal estandarizada (con media = 0 y desvío estándar = 1).

4.3.2 SPEI - Índice de Precipitación - Evapotranspiración Estandarizado

El Índice de Precipitación – Evapotranspiración Estandarizado (IPEE o SPEI por sus siglas en inglés), incorpora el efecto de la evapotranspiración y fue desarrollado por Vicente Serrano et al. (2010, 2015). El SPEI utiliza como valor de entrada el balance hídrico (o sea, la diferencia entre precipitación y evapotranspiración potencial). El cálculo involucra la estimación de diversos parámetros (temperatura, humedad del aire, viento y radiación, entre otros). En este proyecto se ha utilizado la ecuación de Hargreaves Samani (1985), que es eficiente en el cálculo de la evapotranspiración potencial utilizando sólo medias mensuales de temperatura máxima y mínima, y radiación solar.



Figura 7: Gráficos de SPI (Izq.) y SPEI (Der.) para la estación meteorológica del Aeropuerto Córdoba (87344).

5- Análisis de anomalías de Índice verde (EVI) “Enhanced Vegetation Index”

Las anomalías de índice verde nos permiten observar cual es el estado relativo de la vegetación, sirviendo como un indicador de su contenido de humedad en un momento dado. Su seguimiento a lo largo del tiempo permite identificar la dinámica de la vegetación en las distintas zonas del territorio, pudiendo inferir procesos de sequía (anomalías negativas) o humedad de las distintas coberturas vegetales (anomalías positivas).

A los fines de determinar las áreas afectadas por sequía o humedad dentro del área de influencia, adoptamos la metodología propuesta en la EEA del INTA La Rioja, que por la similitud del área fitogeográfica, resultan útiles para establecer criterios comunes en la región. Los umbrales para definir la situación se presentan en 5 categorías (tabla 2).

Húmedo fuerte	> 1.64	#00a100
Húmedo	0.52 - 1.64	#2ced00
Normal	-0.52 - 0.52	#07d6f1
Sequía Moderada	0-52 - -1.64	#f3ff04
Sequía Severa	< 1.64	#ff0004

Tabla 2: Categorías de Anomalía de EVI para determinar situaciones de sequía o humedad. fuente: EEA INTA La Rioja

En la Figura 8 se muestran los mapas de anomalías de EVI para la segunda quincena de octubre (izq.), y primera de noviembre (der.). En la segunda quincena de octubre, se observa un equilibrio entre áreas con estado “normal” y “húmedo” y junto a zonas con sequía moderada. A partir del mes de noviembre, la pérdida de verdor y su transición hacia una sequía severa se observa más concentrada en los departamentos de Punilla, en el sur de Cruz del Eje y al este del departamento Minas.,

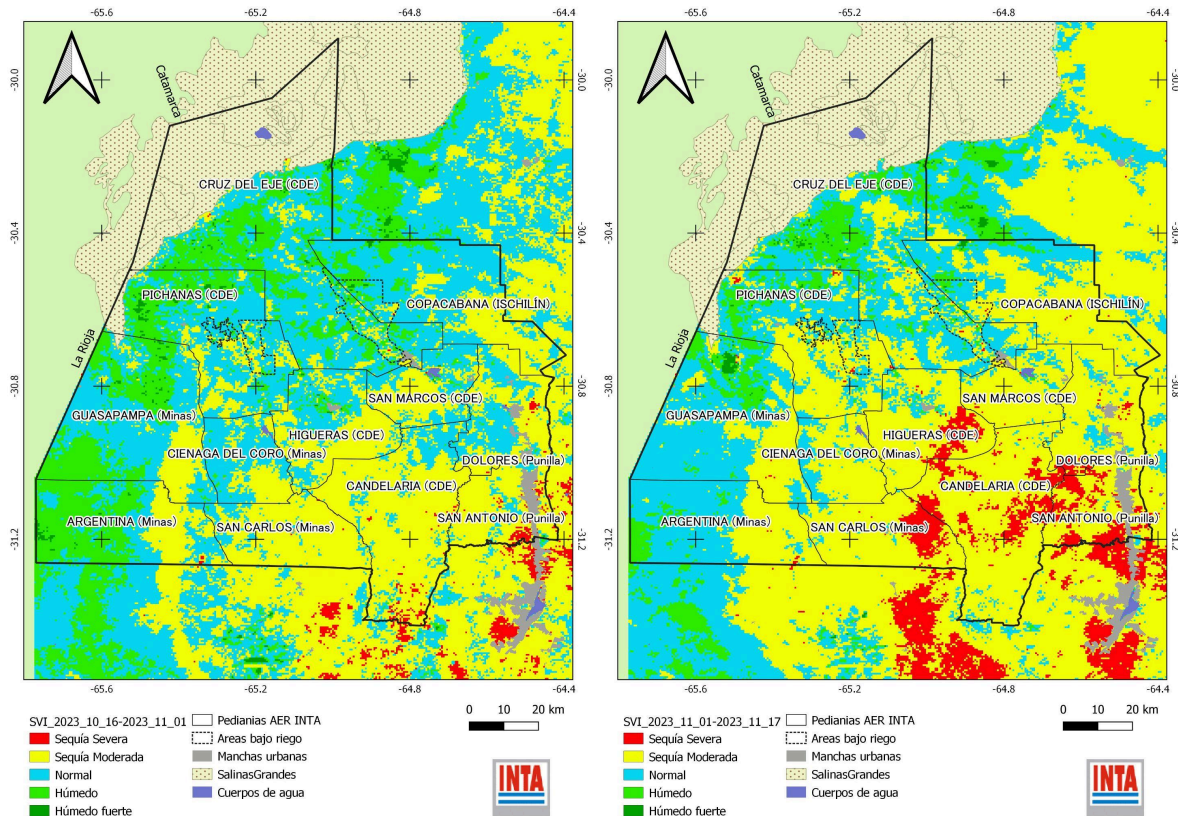


Figura 8: Anomalías de EVI para la segunda quincena de octubre (izq.), y primera de noviembre (der.). Fuente: AER INTA CDE.

En la figura 9 se observa lo sucedido en la segunda quincena de noviembre(izq.) y la primera de diciembre (der.). Se observa un aumento significativo de anomalías negativas (zonas rojas) en los departamentos de Punilla (pedanía San Antonio), sur de Cruz del Eje (Pedanía de Candelaria e Higueras), Minas (pedanía San Carlos). En el mismo periodo, al norte en la zona de Copacabana, también se observan zonas con sequía severa. Por fuera de lo descrito, prevalecen valores normales con indicios de humedad.

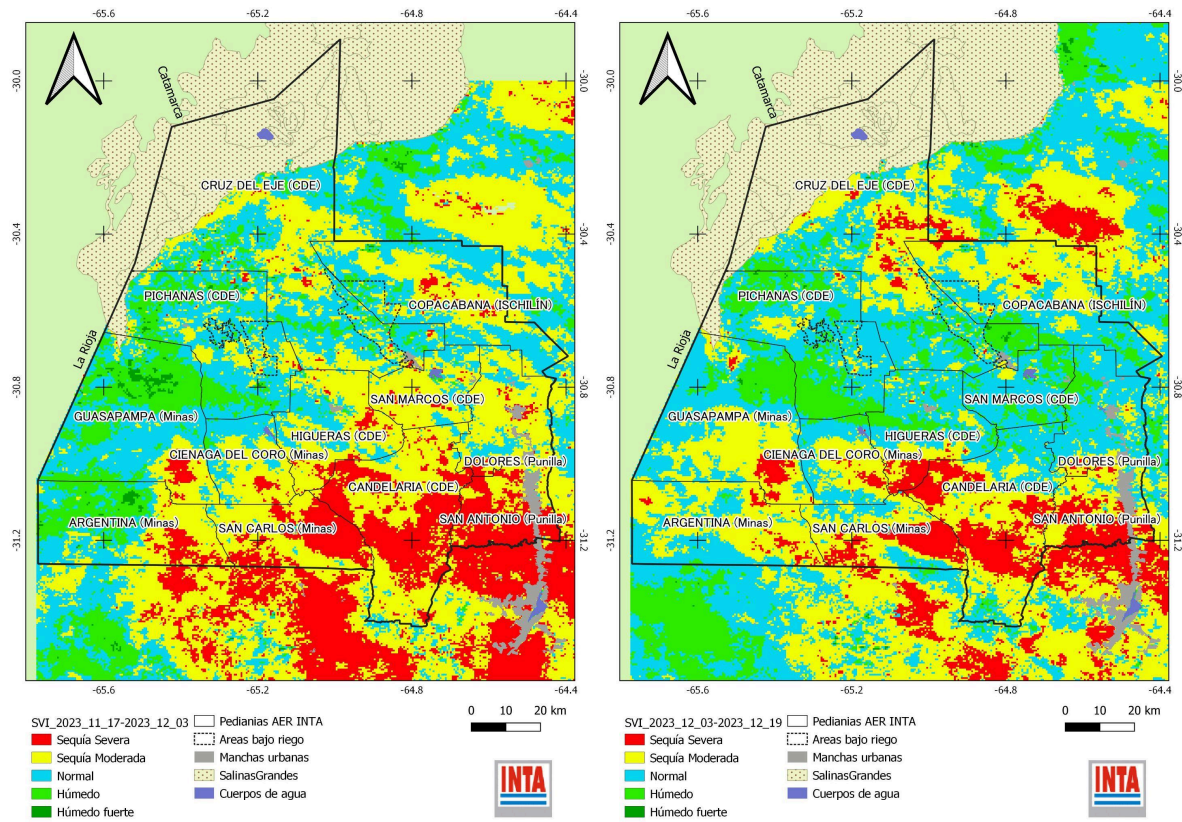


Figura 9: Anomalías de EVI para la segunda quincena de noviembre(izq.) y la primera de diciembre (der.). Fuente: AER INTA CDE.

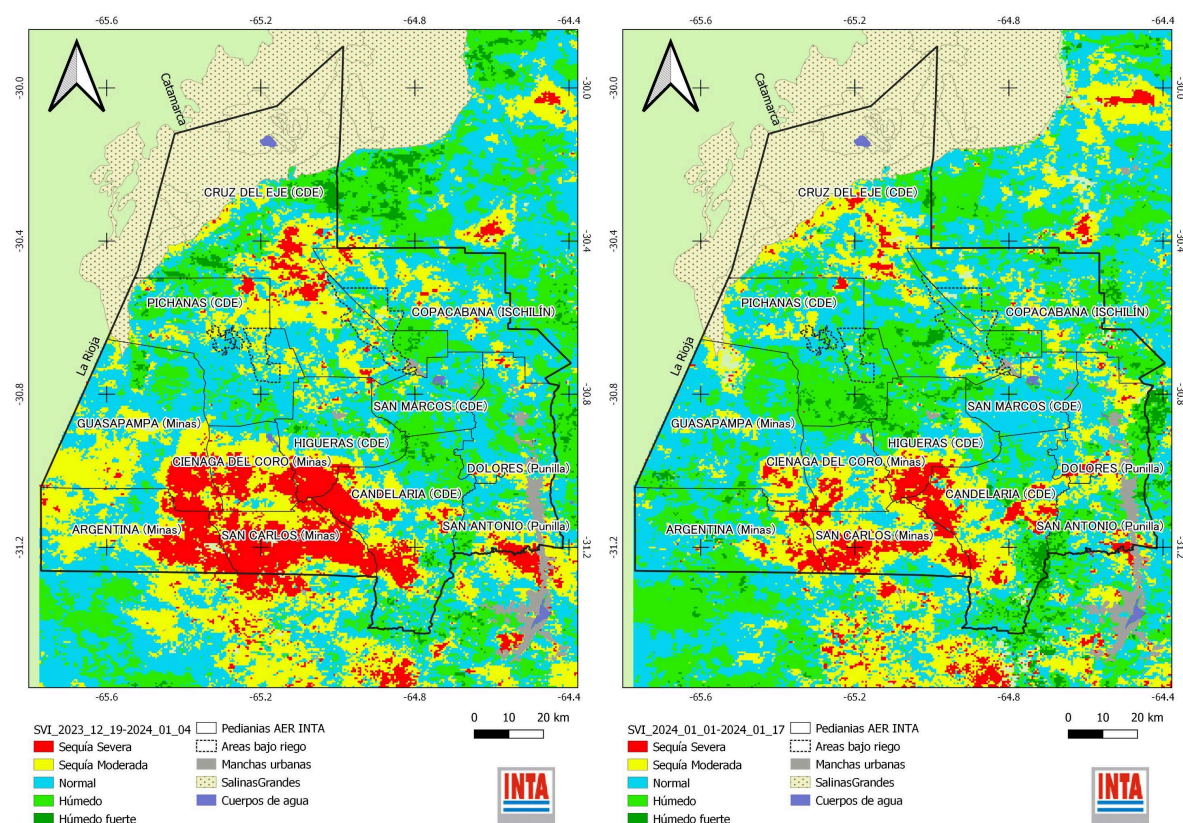


Figura 10: Anomalías de EVI para la segunda quincena de diciembre (izq.) y la primera de enero 2024 (der.). Fuente: AER INTA CDE.

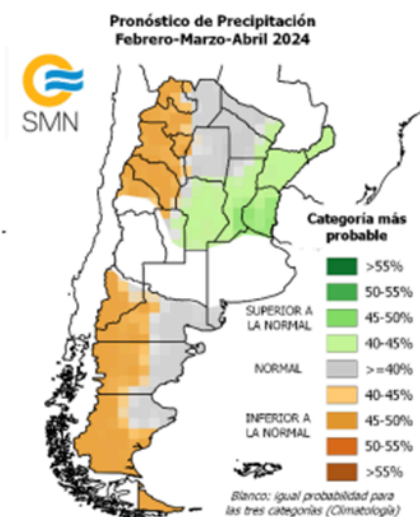
La figura 10 indica lo sucedido entre la segunda quincena de diciembre(izq.) y la primera de enero 2024 (der.). La imagen de la izquierda indica que la segunda quincena de diciembre fue particularmente seca para el departamento Minas, en las pedanías de Ciénaga del Coro y San Carlos. Otras zonas como la pedanía Cruz del Eje en su sector norte y la pedanía Copacabana también muestran signos de sequía severa. Por su parte la primera quincena de enero también muestran los signos de sequía previos pero con una menor superficie e intensidad que los meses anteriores.

6. Prospectiva para el trimestre febrero, marzo y abril según el Servicio Meteorológico Nacional.

De acuerdo al pronóstico del servicio meteorológico nacional, se prevé para la región centro precipitaciones “normal o superior a la normal” para el trimestre febrero, marzo y abril, en el área correspondiente a la AER Cruz del Eje. Ahora bien, esta probabilidad de precipitaciones por arriba de la normal; ¿Cómo afecta a la producción de forraje de los campos ganaderos o a los cultivos ya implantados?.

Tal como se describió más arriba y con el objetivo de simplificar el análisis vamos a dividir los sistemas productivos en aquellos que son a secano y bajo riego.

PRONÓSTICO TRIMESTRAL - Precipitación febrero-marzo-abril 2024



Se prevé mayor probabilidad de ocurrencia de precipitación:

(SN) Superior a la normal sobre el sur del Litoral

(N-SN) Normal o Superior a la normal en el norte del Litoral, Santa Fe y Córdoba.

(N) Normal sobre la región del Norte y sobre el este de Patagonia.

(IN) Inferior a la normal en la región del NOA, y sobre el oeste y sur de Patagonia.

Referencias

En los mapas el color sombreado indica el porcentaje de probabilidad asignado a la categoría que presenta mayor probabilidad de ocurrencia.

El área en **blanco** indica que no hay una categoría con mayor probabilidad de ocurrencia. En estos casos se debe considerar la información estadística del trimestre.



Nota: No se descarta la ocurrencia de eventos de precipitación localmente más intensa que lo normal, especialmente hacia el centro-este y noreste del país. Se recomienda mantenerse actualizado con los pronósticos en la escala diaria y semanal. <https://www.smn.gob.ar/clima/perspectiva>



www.smn.gob.ar



Figura 11: Pronóstico Trimestral para enero, marzo y abril del 2024. Fuente SMN.

6.1 Sistemas productivos en área de secano

En los sistemas productivos a secano predominan aquella cuya principal actividad es pecuaria, ganadería bovina o mixta (bovina, caprina y ovina), cuyo principal recurso forrajero es el pastizal natural y en menor medida la introducción de pasturas megatérmicas como el gatton panic o el buffel grass.

La producción potencial de forraje de los pastizales naturales responde a las precipitaciones, temperaturas y el fotoperiodo, o sea la duración del día, estas tres condiciones se deben dar para una buena producción del forraje.

Vamos a tomar como referencia el promedio de precipitaciones registrado por la red de pluviómetros del APRHI para el departamento Cruz del Eje.

Desde la primera lluvia ocurrida en el periodo de lluvias 2023/24 para el día 10 de octubre de 2023 hasta la fecha se registra una precipitación acumulada de 83 mm.

Entonces:

Promedio histórico	Precipitaciones hasta la fecha	Saldo actual
575 mm	83 mm	- 492 mm

Tabla 3: Análisis de precipitaciones actuales

Para poder alcanzar la producción potencial de un pastizal natural en nuestra región, las precipitaciones previstas para el trimestre febrero, marzo y abril deberían al menos cubrir el saldo remanente de lluvias (492 mm) cuando el promedio histórico de dicho trimestre en la serie presentada es de 68 mm.

Supongamos que de acuerdo al pronóstico del SMN la ocurrencia de precipitaciones para este trimestre este un 40% arriba de lo normal se podrían esperar precipitaciones totales de 95 mm.

Saldo actual	Mm probables meses FMA	Saldo posible
492 mm	95 mm	397 mm

Tabla 4: Análisis de precipitaciones actuales y pronosticadas según el SMN.

Según estos cálculos se puede observar un déficit de 397 mm para la región, manifestando la productividad de los pastizales en un 30 a 40% de su potencial. Siendo las precipitaciones esperadas totales de 178 mm.

Estos valores de precipitación pueden ser convertidos en kilogramos de materia seca de acuerdo a la eficiencia del uso de las precipitaciones (EUP) de los pastizales y pasturas.

Tomaremos como referencia trabajos realizados por el INTA EEA La Rioja, donde se determinó la EUP para una especie en particular *Tricloris crinita*, representativa de pastizal natural de la región.

Situación	Precipitación (mm)	EUP, gr materia seca por m2 por mm	Gr de forraje producido por m2	Gr de forraje producido por ha	Kg de forraje producido por ha
Año promedio	575	0.47	270,2	2.702.500	2.702
situación actual	83	0.47	39.01	390.100	390
Situación esperada	178	0,47	83,6	836.600	836

Tabla 5: Análisis de la eficiencia en el uso de las precipitaciones (EUP). Fuente: Namur P.R, et al 2008.

En resumen y tomando como referencia una especie indicadora como *Trichloris crinita*, un pastizal estaría produciendo en promedio (con una precipitación esperada al fin de la temporada de 178 mm) alrededor de 836 Kg Ms/ha. Correspondiendo a un 31% de la producción potencial esperada bajo condiciones normales.

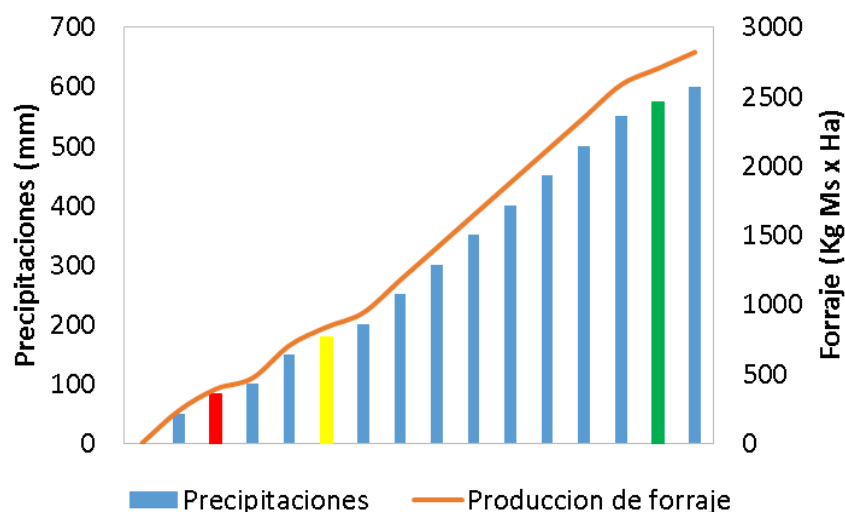


Figura 12: Producción de Forraje en función de las precipitaciones.

La barra verde indica la producción de forraje de acuerdo a las precipitaciones esperadas (año promedio). La barra amarilla representa la situación esperada, si lloviera lo pronosticado por el SMN

para el trimestre próximo (febrero, marzo, abril). Y la barra roja, representa el estado actual de producción de forraje con las lluvias actuales. Expresado como déficit en la producción, la situación esperada para el trimestre es un 70% menor al potencial de producción.

6.2 Condición de los pastizales

Las condiciones de los pastizales pueden ser evaluadas cuando se comparan sus situaciones actuales o en un determinado momento con el potencial productivo del mismo.

Una forma de evaluarlos se basa en el modelo sucesional que explica los cambios en su composición botánica ante un disturbio como un incendio, sobre pastoreo o sequía.

A su vez estos cambios de de composición botánica reflejan cambio cuantitativos y cualitativos del pastizal, clasificando el pastizal en condición excelente, buena, regular o mala.

En función de la intensidad del disturbio podemos clasificar las especies que integran el pastizal en: **especies decrecientes**; reducen su presencia a medida que el disturbio se aumenta, **especies crecientes**; aumentan su presencia al principio pero si el disturbio se mantiene empiezan a decrecer y **especies invasoras**; no están presentes o su presencia es baja en condiciones iniciales (clímax), pueden ser especies herbáceas anuales o leñosas.

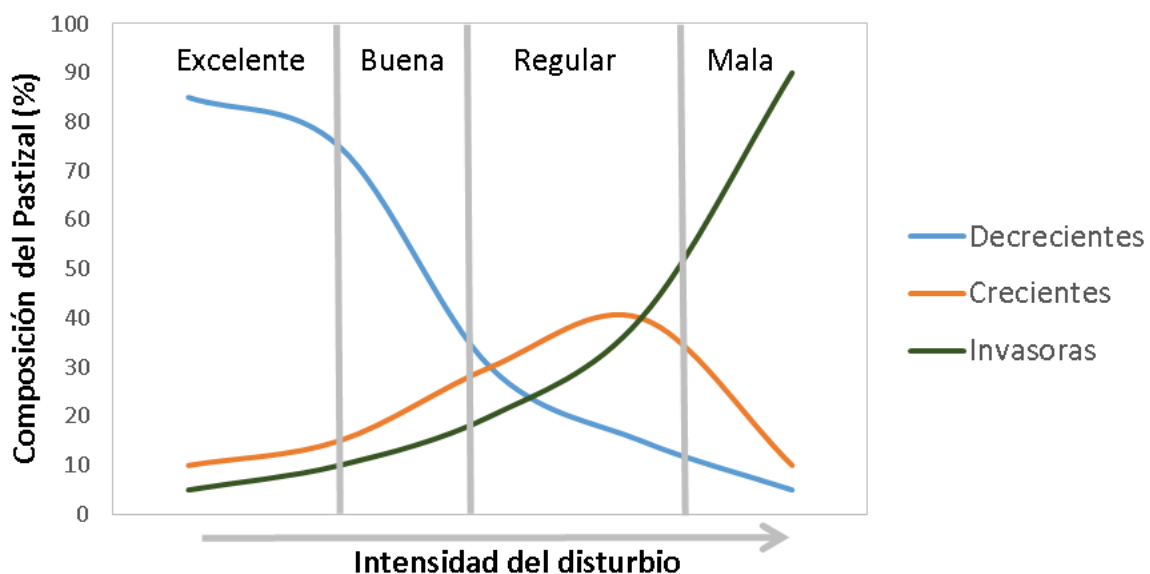


Figura 13. Cambios en la composición del pastizal en función de la intensidad del disturbio. Fuente: “Consideraciones para el manejo y restauración de pastizales naturales”.

Para cada una de estas condiciones en pastizal expresa un máximo de producción en relación a las precipitaciones, para una condición excelente los pastizales pueden lograr producciones de materia seca entre 1000 a 2500 kg de materia seca por hectárea, en condiciones buena a regular podemos encontrar valores dentro de un rango de 1000 a 500 kg de materia seca por hectárea y respecto a condiciones pobres producciones inferiores a 500 kg de materia seca por hectárea, teniendo en cuenta pastizales típicos de la región del noroeste de Córdoba.

Otro aspecto a tener en cuenta además del componente forrajero es la disponibilidad de agua para bebida animal, se ha observado una disminución en la altura de napas freáticas de pozos como también en la disminución de caudales de arroyos y acequias en campos serranos.

Especies indicadores de condición excelente:

- especies del género gouinia
- especies del género setarias
- especies del género digitarias

especies indicadoras de condiciones buenas y regular:

- especies del género trichloris
- especies del género pappophorum

especies indicadoras de condiciones pobres:

- especies de los géneros neobouteloua, sporobolus, tripogon, microchloa
- y anuales como bouteloua, aristida adsencionis

6.3 Sistemas productivos bajo riego.

Estos sistemas productivos se encuentran en las zonas de riego del dique cruz del eje, Pichanas, Rio Soto y sistema de riego de San Marcos Sierras.

La particularidad de estos sistemas es que sus producciones intensivas (horticultura, fruticultura, cultivos como maíz o algodón, forrajeras, etc) dependen exclusivamente del aporte de agua de riego de dichos diques o ríos gestionados a partir de sus propios consorcios de riego. Las frecuencias, caudales y administración del agua se basan en los niveles de los diques, a partir de ellos cada consorcio administra su uso de la manera más eficiente. A continuación se presentan los niveles de los principales diques de la provincia (Figura 14).

El rendimiento potencial de estos cultivos está relacionado directamente con el aporte de agua de riego en complemento con lo aportado por las precipitaciones. Precipitaciones al final de la estación húmeda difícilmente logren que los cultivos ya implantados puedan manifestar su potencial rendimiento debido específicamente a cuestiones fisiológicas propias de cada cultivo (fotoperiodo, temperaturas, etc). Como también un aporte extra de agua por parte de los turnos de riego dependerá del incremento de las cotas de los diques de acuerdo a las precipitaciones de este último periodo.

Diques	Cota vertedero (m)	Cota actual (m)	Diferencia
San Roque	35.30	29,87	-5,43
La Viña	100.50	82,67	-17,83
Cruz del Eje	37.20	29,38	-7,82
Los Molinos	53.00	47,96	-5,04
Emb. Río III	46.50	44,87	-1,63
La Quebrada	34.00	23,37	-10,63
Pichanas	44.00	31,36	-12,64
Dique El Cajón	30.20	23,72	-6,48

Figura 14: Niveles de Diques de Córdoba al 31/01/2024



Fig.15. Registros de arroyos y vertientes sin agua de establecimientos de la zona de Candelaria y Majada de Santiago. Dpto Cruz del Eje. Febrero/2024.

7. Impacto de la sequía y las altas temperaturas en la producción animal

Las condiciones ambientales fundamentalmente los factores HRA (humedad relativa ambiente) y la T° (temperatura ambiental) afectan directamente los indicadores productivos. Las altas temperaturas que acompañan estos procesos de sequía disminuyen la ganancia de peso de los animales debido a: disminución del consumo de materia seca (CMS), modificación de los horarios de pastoreo prevaleciendo las actividades de descanso y el forrajeo de los animales en los momentos de menor temperatura y parte de la energía disponible por parte del animal es destinada a la activación de mecanismos de disipación de calor (sudoración y jadeo). Asimismo las altas temperaturas, provocan en los animales estados de estrés crónico afectando el bienestar animal. Este estrés térmico induce respuestas hormonales (cortisol) que inhiben el eje hipotálamo-hipofisiario-gonadal, es decir, el eje hormonal asociado a la reproducción, esto implica consecuencias de disminución de los indicadores de fertilidad, fecundidad, implantación de embriones y obtención de crías viables (terneros, cabritos, corderos) cuando es afectada la hembra, en los machos el efecto reproductivo del estrés térmico se evidencia, también como consecuencia de la disminución de las hormonas FSH y LH por acción del cortisol, en una disminución de la libido (interés por servir a las hembras, n° de saltos/día), menor volumen de eyaculado, menor concentración de espermatozoides (n° de EZP/ml) menor motilidad (menor capacidad fecundante) y mayor número de anomalías espermáticas. Asimismo como toda situación de estrés crónico su permanencia en el tiempo acarrea otras consecuencias relacionadas a la afectación del sistema inmune de los animales con mayor incidencia de enfermedades, demoras en los procesos de cicatrización y disminución en la obtención de productos zógenos (n° de huevos, l de leche, kg de lana, etc).

En relación a la HRA las condiciones de sequía mantienen niveles bajos de HRA, esto favorece los procesos evaporativos para pérdida de calor que son dependientes de gradiente de humedad, pero la sequía marcada que se observa en la zona de trabajo condiciona la disponibilidad en cantidad y calidad de agua necesaria para los animales. No solo porque limitan el volumen disponible necesario para su correcta alimentación sino que además las altas temperaturas provocan un aumento en el consumo de agua destinado a amortiguar el estrés térmico y permitir los mecanismos activos de pérdida de calor que requieren la evaporación. Asimismo la disminución de la cantidad de agua disponible, concentra los solutos presentes que podrían afectar la salud animal. Es decir, el agua no solo aporta como elemento fundamental en el sostenimiento de los procesos vitales sino que además es un componente insustituible en los procesos de equilibrio térmico (ej aguadas para los mecanismos de convección). Existen diferentes referencias sobre el impacto en los sistemas de engorde bovino del estrés térmico, utilizando herramientas ambientales para predecir situaciones de alarma como el ITH (índice de temperatura y humedad) sin embargo, las condiciones climáticas que afectan no solo son aquellas vinculadas a la región (predecibles a partir de información de estaciones meteorológicas cercanas) sino a las que se refieren al microclima que rodea a los animales, pudiendo por tanto diferir de un establecimiento a otro. En ese sentido, cobra una gran relevancia la conservación de sombras naturales (árboles y arbustivas de porte) que según se ha demostrado mejoran los indicadores de bienestar animal reduciendo la T° circundante siendo además más eficientes que la sombra propiciado por cualquier elemento artificial (media sombras, toldos). En definitiva y considerando las condiciones ambientales de la zona de trabajo, debemos anticiparnos a las consecuencias negativas que se evidenciaron en los indicadores productivos (% preñez, peso al destete) y tomar las decisiones de manejo acordes.

8. Conclusiones

De acuerdo a la información presentada para el área de cobertura del AER Cruz del Eje, es evidente que para gran parte de la región se manifiestan fenómenos de sequía severa y sequía moderada afectando principalmente al departamento Minas (pedanías San Carlos, Ciénaga del coro y en menor medida la Argentina y Guasapampa). respecto al departamento Cruz del eje las regiones más afectadas corresponden al norte del departamento cruz del eje (pedanía Cruz del Eje) y centro oeste del departamento (pedanías Candelaria e Higueras). Para el departamento Punilla se observan efectos locales de sequía severa en la zona serrana sur del departamento, de igual manera para la pedanía Copacabana del departamento Ischilín.

De acuerdo a los registros de lluvias en la región, el inicio de la estación húmeda, arrancó con un déficit generalizado en todo el arco del noroeste. Esta situación, acompañada por registros de temperaturas superiores a lo normal, han condicionado fuertemente la productividad de los pastizales, los cuales se encuentran un 85% por debajo de su potencial.

Si consideramos los pronósticos de lluvias para el trimestre febrero, marzo y abril, la recuperación de la producción será un 75% por debajo del potencial, lo cual debe considerarse con mucha atención para el manejo de los recursos forrajeros locales. Además de esta consideración debemos tener en cuenta que a medida que nos adentramos al final del verano tenemos otras variables que afectan el crecimiento y desarrollo de los pastizales como el fotoperiodo (horas de luz diarias) y las temperaturas.

Estas condiciones de sequía severa pueden ser irreversibles en el corto plazo, afectando la producción de forraje para aquellos sistemas ganaderos cuyo principal recurso forrajero es el pastizal natural. Estos sistemas se verán obligados a tomar decisiones respecto su planificación anual, como por ejemplo ajustes de cargas ganaderas, reducción de categorías, destete precoz, suplementación estratégica, ventas anticipadas, etc.

Para los sistemas productivos bajo riego la situación puede ser aún peor, ya que muchos de ellos las pérdidas pueden ser totales, lluvias tardías no garantizan el éxito en cultivos cuyas siembras hayan sido tempranas. Por otro lado, un incremento en las cotas de los diques y una nueva reasignación de turnos por parte de los consorcios tampoco garantiza el éxito de los cultivos ya implantados. Sí sería positiva esta situación para los cultivos de la campaña otoño invierno 2024.

Gran parte de los sistemas productivos y de las familias que viven en la región, se proveen de agua a partir de arroyos, vertientes y otros cursos de agua natural, de los cuales algunos son dirigidos a bebederos a través de mangueras favorecidas por el desnivel y en la mayoría de los casos los animales abrevan directamente de esos cursos de agua estando los potreros delimitados en función de esa disponibilidad. Estas condiciones de sequía imperantes han condicionado el pastoreo debido a la pérdida de las vertientes, secado de arroyos y otros cursos de agua naturales, que de acuerdo a lo referido por productores de mucha antigüedad en la zona, esta situación es inusual y no tienen referencias de sucesos previos de esta magnitud. Esta situación es alarmante en este momento sino que además complejiza la posibilidad de prever reservas forrajeras para el invierno ya que más del 80% de los sistemas ganaderos de la zona de trabajo se asientan en sistemas de pastizal natural y monte nativo. La disponibilidad reducida de agua en determinadas zonas del campo (potreros) y sin la

distribución necesaria a través de bombeo, bebederos u otras aguadas, implica necesariamente un sobrepastoreo de esa área del campo con las consecuencias negativas sobre el suelo y los recursos forrajeros conocidos.

9. Bibliografía

Avila R., Blanco L., Tessi J. M, Ferrando C.A., Sancho A., Namur P.R. La seca no es excusa. Revista IPCVA 2014

Bonel, N. S., Bontempi, M. E., & González Morinigo, É. C. (2015). Caracterización del Índice de Estrés Térmico ITH en la zona de mayor producción de ganado bovino en Argentina en el período 2001-2012.

Morello, J.H., Protomastro, J., Sancholuz, L.A. & Blanco, C. 1985. Estudio macroecológico de los Llanos de la Rioja. Serie del cincuentenario N° 5; 1-53. Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires.

Namur, P.R. Blanco, L.J. y Sancho, A.R. Respuesta forrajera de *Trichloris crinita* a la disponibilidad hídrica. INTA La Rioja 2008.

Organización Meteorológica Mundial (OMM 1992) <https://wmo.int/es>

Peláez D., Blazquez R. Tizón R. Consideraciones para el manejo y restauración de pastizales naturales. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_manejo_y_restauracion_pastizales.pdf

Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., De Basilio, V., Gourdine, J. L., & Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6(5), 707-728.

SISSA. Sistema de Información Sobre Sequías para el Sur de Sudamérica. <https://sissa.crc-sas.org/>

SMN. Servicio Meteorológico Nacional. <https://www.smn.gob.ar/>