



# **INFORME SOBRE CALIDAD COMERCIAL E** **INDUSTRIAL DE TRIGO**

**Campañas: 1994/95 – 2005/06**

**Ing. Agr. Hugo O. Chidichimo <sup>1, 2</sup>; Ing. Agr. María E. Sempé <sup>1</sup>; Dra. Mónica B. Aulicino <sup>3</sup>; Lic. Laura B. Almaráz <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Fac.Cs.Agrarias y Forestales UNLP

<sup>2</sup> CIC Pcia Bs As

<sup>3</sup> Inst.Fitotécnico Sta Catalina UNLP

## Introducción

El cultivo de trigo en Argentina, a diferencia del maíz de origen americano, comenzó con la transculturización. Se inició con los conquistadores españoles, muy poco proclives a la agricultura. La crónica sitúa al primer cultivo en el Fuerte Sancti Spiritu, fundado por Sebastián Gaboto en 1527 a orillas del río Carcarañá y para fines del siglo se registró una exportación de 1460 fanegas de harina a Brasil.

A partir de 1605, el Cabildo autorizó la instalación de molinos harineros en los alrededores de Buenos Aires, zona del cultivo de trigo. En 1671 fijó el peso y el precio de venta del pan. La agricultura era suburbana y se hacía en las “tierras de pan llevar”.

Para fines de 1870 se producía la primera exportación de trigo con 25.000 tn y fue destacada por Nicolás Avellaneda como uno de los hechos más trascendentales de su gestión presidencial. En 1880 la superficie llegó a 800.000 ha, la mitad de ellas en Santa Fe y para fines de siglo superaba los 3.000.000 ha, con rendimientos que fluctuaban entre los 560 y los 1000 kg/ha y se exportaban 3.000.000 de tn de granos.

A comienzos del siglo XX, las exportaciones se realizaban en base a 35 – 40 cláusulas impuestas por la London Corn Trade Association, que las establecía para cada país exportador. Los precios se fijaban de acuerdo con el logrado en los primeros embarques de los mercados de Liverpool y Londres. Se formaba un “standard sample” para cada zona comercial, Rosafé, Baril, Baruso y “Up river”, que constituía el tipo medio anual, con una representación del 1% de las primeras partidas, con rebajas de hasta 4 – 5% para los que estaban por debajo y bonificaciones de 1 – 2% para los lotes superiores.

Durante el amplio período de colonización y difusión del cultivo, hubo un gran aporte de germoplasma – de los más variados orígenes y características – traído por los colonos de sus respectivos países. Algunas de estas poblaciones se adaptaron y alcanzaron cierta difusión y su designación se vinculó generalmente con el colono que la trajo o cultivó. Así se conocieron los trigos Francés Blanco, Francés Colorado, Japonés y Costa de Bari, Tucela, Saldomé, Italiano, Lombardo, Húngaro, Ruso y Barleta que constituyeron el gran volumen de la producción a fines del siglo XIX y comienzos de XX. Estas poblaciones eran en general, de baja productividad, de grano chico (PMG 25 – 30g), de buen peso hectolítrico (79 – 82 kg), susceptibles la vuelco y al desgrane y con un deficiente comportamiento a roya. Con relación a su calidad industrial, se caracterizaban por una aptitud panadera de fuerza media, destacándose el tipo Barleta por su muy buen comportamiento en desarrollo y empuje de la masa y textura y blancura del pan.

Este variado material genético, adaptado por cultivo repetido a las distintas zonas, constituyó la base fundamental que se utilizó en los primeros trabajos de mejoramiento. A ellos

se sumaron – durante la primera mitad del siglo XX - otras variedades mejoradas, introducidas con criterio técnico como Rieti, Ardito, Riccio, Apulia, Mentana, Prave, de Italia; Marquis de Canadá; Florence de Australia; Kanred, Kanhard, Kansas, Blackhull, Reliance, Thatcher, Tenmarq, H 44, de EEUU; Bagé y Frontana de Brasil; Pelón Plateado y Pelón 33 de Uruguay. Algunas de ellas alcanzaron difusión en el cultivo pero otras fueron fundamentalmente utilizadas en trabajos de mejoramiento.

En los primeros años del siglo se va tomando conciencia de la poca calidad de la simiente, sobre todo si se la comparaba con la evolución que habían tenido los planteles ganaderos, fácilmente mejorados por su menor complejidad técnica y por los mayores recursos y cultura de los ganaderos. Así, esta toma de conciencia cristaliza en 1912 con la contratación por parte del Ministerio de Agricultura del Dr. Guillermo Backhouse quien realizó una importantísima labor de reconocimiento del área cerealista y de las características de las poblaciones de trigo.

Asimismo, en 1920, el Ing. Enrique Klein difunde las primeras selecciones de trigos “criollos” que fueron Klein Favorito, Universal y Universal II. Estos materiales, además de su uniformidad, ofrecían un mayor rendimiento y mejor comportamiento sanitario. Klein Favorito en poco tiempo representó la quinta parte de la superficie sembrada, con rendimientos entre 40 y 50% superiores a los de los trigos en cultivo, pero caracterizado por un corte netamente harinoso y bajo contenido proteico y de gluten, un trigo de tipo “blando” que produjo inconvenientes en el mercado interno y de exportación.

Ante esta situación, en 1923, el Ministerio de Agricultura instala el Laboratorio Experimental de Molienda y Panificación y para su dirección contrata al Ing. Henry d’André. En una conferencia dada en la Facultad de Agronomía de La Plata señalaba: “ En Europa no es posible formarse un concepto claro de las variedades de trigo argentino, no sólo por que llegan a manos de los compradores con muchos nombres que incluyen también el del puerto de embarque (Rosario, Buenos Aires, Bahía Blanca, etc), sino también a causa de las *mezclas* que se hacen en los puertos de embarque y elevadores, con el único criterio de alcanzar un peso específico determinado. Sólo se conoce el trigo argentino llamado del plata (Plate Wheat) bajo tres tipos distintos: el Rosafé, el Barusso y el Baril ”.

En 1925 se liberan los primeros cultivares provenientes de hibridación, el Klein Sin Rival, el Klein Vencedor y el 38 MA. Este último, obtenido por W. O. Backhouse, tuvo una gravitación fundamental en el mejoramiento triguero argentino y fue una de las bases de los programas de crianza, continuándose a través de sus descendientes. Prueba de su valor agrícola ese que permaneció en los Consejos Oficiales de Siembra por 33 años.

Teniendo en cuenta los problemas originados por la crisis de 1929/30, el gobierno dictó en 1933 el decreto 31.864 que creaba la Junta Reguladora de Granos. Este organismo fue el

encargado de comprar los cereales a un precio que, si bien era bajo, era superior al que pagaba el comercio y el estado absorbía la diferencia.

En 1935 se dicta la ley 12.253, conocida como Ley de Granos, que creaba la Comisión Nacional de Granos y Elevadores como entidad autónoma, daba jurisdicción federal a bolsa y cámaras arbitrales y en su capítulo "Fomento de la Genética", incluía normas para la inscripción y difusión de variedades y preveía un mecanismo para renovación de las mismas. El comercio de granos comenzó a realizarse en base a Patrones Oficiales que se establecían anualmente, con intervención del estado, para cada una de las zonas comerciales (Rosafé, Buenos Aires, Bahía Blanca y Entre Ríos) y en 1937 empiezan a desarrollar su labor la División Criaderos y el Tribunal de Fiscalización de Semillas.

A partir de 1948 la comercialización del trigo se hizo en base a "standards" fijos obligatorios con valores básicos y límites para cada rubro y las correspondientes bonificaciones y rebajas, que con adecuaciones, continua hasta la fecha.

En 1973 se reemplaza esa ley por la 20247, Ley de Semilla y Creaciones Fitogenéticas, cuyo decreto reglamentario recién entró en vigencia en 1991. En líneas generales, esta normativa mantiene los criterios establecidos en la antigua ley e incorpora como aspectos sobresalientes los referidos a la promoción para la creación, multiplicación y conservación de semillas, la protección de la propiedad de los nuevos cultivares y un seguro sobre la calidad e identidad de la semilla.

En el inicio de los 90, con el proceso de desregulación económica implementado, desaparece la Junta Nacional de Granos, creada en 1936 por fusión de la Junta Reguladora de Granos y la Red Oficial de Elevadores de Granos y que fue el organismo de mayor vinculación con la producción y comercialización agraria argentina. En sus funciones de fiscalización y certificación de calidad y sanidad de productos y subproductos vegetales, fue reemplazada por el Instituto Argentino de Sanidad y Calidad Vegetal (IASCAV) y el Sistema Argentino de Control de Sanidad y Calidad Vegetales (SACOVE), creado por en 1991 como organismo descentralizado en el ámbito de la SAGyP.

En los estándares modificados por el Instituto Argentino de la Sanidad y Calidad Vegetal (IASCAV) se incluyó, a partir de la campaña 1995/96, un sistema de bonificaciones y rebajas por contenido proteico que actualmente reconoce una base neutra del 11% de proteína, con bonificaciones o descuentos en escala por cada punto o fracción, excluidas las partidas con pesos hectolítricos menores a 75 kg. Asimismo, existe la opción contractual, denominada usualmente artículo 12, que garantice la aptitud panadera de una partida en función de la capacidad de su gluten de ligar durante el amasado.

Un sector importante de los agentes asociados a la producción, comercialización e industrialización de trigo propicia una clasificación más ajustada. Se propone valorar la aptitud

genética a través del componente varietal, agrupando los cultivares sembrados en el país en tres grupos según su comportamiento industrial, y su interacción con el ambiente al clasificar por distintos niveles proteicos dentro de cada uno de los grupos. Los tres grupos de aptitud de uso han sido establecidos por el Comité de Cereales de Invierno, asesor de la Comisión Nacional de Semillas (CONASE), asignando a cada variedad inscrita un puntaje en función de un índice de calidad, que se revisa anualmente. Así, en el Grupo I se incluyen aquellas variedades de trigos correctores, aptas para panificación industrial; en el II, variedades aptas para panificación tradicional (más de 8 horas de fermentación) y en el III, trigos aptos para panificación directa (menos de 8 horas de fermentación).

La demanda mundial de granos destinados a la alimentación humana, se incrementará en el futuro como consecuencia directa del crecimiento poblacional. Ello ocurrirá en sistemas productivos como el de trigo, aunque no se verifiquen aumentos significativos per capita y el crecimiento del consumo sea ligeramente inferior al índice de crecimiento demográfico, lo cual reflejaría ajustes en las dietas de algunos países consumidores, con una menor participación de hidratos de carbono en la ingesta.

La superficie mundial, algo más de 200 millones de hectáreas, ha evidenciado en las últimas décadas una marcada estabilidad, verificándose sólo variaciones interanuales producto de precios o situaciones climáticas que se neutralizan en lo inmediato. Recientemente, dicha área ha mostrado una ligera tendencia decreciente por el retiro de tierras, en países productores de importancia (China, EE.UU., Canadá), con la finalidad de destinarlas a otros cultivos o planes agropecuarios conservacionistas.

Si se considera una serie prolongada de años, el incremento de la producción ha sido constante como consecuencia del aumento de rendimiento, que operó coincidentemente con el cambio de germoplasma. A ello se sumó una notoria mejoría en las técnicas de manejo (labranzas, control de adversidades, fertilización) y un aumento significativo en el porcentaje de superficie de cosecha, derivada de una mayor eficiencia en dicha operación y de un destino más definido hacia la producción de granos.

Sin embargo, la producción, actualmente de 590 millones de tn., evidenció en última década, cierto estancamiento, producto de una superficie inferior y de una menor tasa de incremento anual de los rendimientos unitarios, que pasó de 39,7kg/ha (1960-79) a 27,6 kg/ha (1995-2005). Dicha situación se verificó con mayor nitidez en países tradicionalmente exportadores de trigo, tales como Canadá, Argentina, Australia y EE.UU. El mencionado marco posibilitó además, que en los últimos años la demanda supere reiteradamente a la oferta de este cereal, generando una disminución de las existencias y una baja relación stock/consumo.

El nivel de comercio internacional, algo más de 100 mill. de toneladas, ha tenido escasas variaciones en los últimos 15 años, dado que el aumento de la demanda coincidió en

algunos países, con el aumento de su producción y consumo interno. Asimismo se incorporaron como exportadores Ucrania, Kazajstán, Rusia y otras naciones que tradicionalmente no habían desempeñado ese rol, existiendo la posibilidad de seguir creciendo debido a sus bajos costos de producción, inversiones continuas en el sector agrícola y una situación geográfica muy favorable en relación a demandas de este grano; contrariamente se verificó una menor participación de EE.UU y Canadá.

El crecimiento de las importaciones de trigo se concentra en aquellos países en desarrollo, en los que aumentos en el ingreso y en la población sustentan el crecimiento de la demanda. Entre dichos mercados se incluyen algunos países africanos - Nigeria y Egipto (el mayor importador mundial) - y otras naciones tales como Brasil y México.

En Argentina la superficie sembrada con trigo en las últimas 5 décadas fue de aproximadamente 5.7 millones de ha. En ese prolongado período se verificaron variaciones extremas con un mínimo de 4.300.000 ha en la campaña 73/74 y un máximo de 7.400.000 ha en 1996/97. Asimismo, resulta frecuente encontrar fluctuaciones interanuales debido a causas climáticas, especialmente déficit o aún excesos de precipitaciones en el momento de la siembra.

Existen otros condicionantes tales como expectativas de precios internacionales, relación cambiaria, impuesto a las exportaciones, políticos, créditos etc. que generan períodos decrecientes o crecientes del área sembrada.

La producción, aunque con variaciones, evidencia un comportamiento más definido con una tendencia creciente firme, ligada a la tasa de incremento anual de los rendimientos, pero no en la medida del potencial edafoclimático ni productivo del material genético disponible, siendo de menor magnitud que la mundial. La productividad de este cultivo también aumentó como resultado de una mejora significativa en el porcentaje de superficie cosechada.

En el último decenio ha evolucionado favorablemente y a partir de mediados de la década de 1990, pudo franquear una histórica barrera de 10 millones de toneladas, obteniéndose en los años sucesivos una producción media de 14.5 ton. Ello originó un importante saldo exportable, variable entre 8 -11 mill. de ton, ya que el consumo interno se mantuvo alrededor de 4.5 mill de tn. Actualmente Argentina es el quinto país exportador con un 10% del comercio internacional de este grano.

La calidad se puede definir como la aptitud para cumplir un fin en la forma más natural, sencilla y económica posible. Cuando los fines son múltiples, las calidades no son necesariamente intercambiables y la situación es más compleja cuando se integra la variabilidad de los procesos y la preferencia del consumidor por el producto final. Esto hace

que la calidad sea un proceso dinámico y como tal evoluciona constantemente como consecuencia de las nuevas exigencias, aplicaciones y disponibilidades.

El tema calidad ha tomado gran relevancia durante la última década no sólo en la región del Cono Sur sino también a nivel global. Algunos lo consideran una traba comercial, otros lo definen como el resultado de la globalización y un paso necesario para incursionar en los mercados internacionales.

Argentina hasta ahora se ha tenido que enfrentar en la colocación del trigo con países de tradición exportadora como son EE.UU., Canadá y Australia y lo ha hecho principalmente en base a bajos precios y no a calidad. Mientras los competidores clasifican su producción en diferentes clases y tipos según la aptitud de uso final, ofreciendo diversidad y garantía de calidad.

En el comercio actual de trigo, tanto interno como internacional, importa no sólo la aptitud de uso intrínseca del grano, sino también la consistencia o uniformidad que el proveedor sea capaz de lograr entre las partidas que entrega. Esta demanda no es antojadiza, y se basa en que la industria moderna de productos farináceos tiende a una creciente automatización de los procesos de manufactura, y resulta dificultoso en términos de tiempos y costos tener que adecuar el funcionamiento de las máquinas y el agregado de aditivos ante cada cambio en la calidad del insumo básico, en este caso, la harina.

Además de la calidad y uniformidad, el mercado también exige que el proveedor ofrezca volúmenes mínimos de una cierta clase de trigo. Uno de los obstáculos más frecuentes a la hora de clasificar o segregar partidas por calidad panadera se encuentran al momento de la comercialización, y es la falta de escala, o sea, la dificultad para ofrecer el tonelaje requerido por el cliente.

La presencia paradigmática de Canadá en el mercado mundial como productor y exportador de la mejor y más sostenida calidad en trigo se basa en dos aspectos claves: El sistema de registro de las variedades y el sistema de categorización de la producción. Con el primero se pauta el desarrollo y validación de nuevos cultivares y con el segundo se clasifica la producción de acuerdo a estrictos parámetros de calidad. En la actualidad la inscripción de las nuevas variedades debe cumplimentar un riguroso proceso del que participan los distintos integrantes de la cadena triguera, superar o igualar el comportamiento de las ya existentes y sus granos ser visualmente distinguibles; asimismo, existen siete u ocho clases subdivididas según grados y niveles de proteína.

Tomado en forma global, el mecanismo canadiense de inscripción y registro de variedades no es radicalmente diferente del argentino, sin embargo, en la implementación hay diferencias sustantivas que se traducen en la valoración de resultados que desde hace unos años han realizado los compradores internacionales.

En este sentido, se podría traer a colación la reflexión hecha por el Dr. W. Rudolf, quien expresó que con la calificación de las variedades ya existentes era posible mejorar en mucho la calidad de los trigos de exportación argentinos, empleando las medidas de organización necesarias y velando por la constancia de los tipos de exportación, una vez creados los mismos. El Dr. Rudolf fue director de Instituto Fitotécnico de Santa Catalina de la Universidad Nacional de La Plata y emitió esta opinión en noviembre de 1933.

#### Evaluación de la calidad

La industria es muy exigente respecto a las características de las harinas que deben ser usadas para la obtención de determinados productos, ya que de ellas depende la calidad final y la mayor aceptación por parte del consumidor. No todas las variedades se pueden adaptar a producir los diferentes productos ni a los diferentes procesos. Una variedad puede ser buena para panificación, pero puede no ser tan buena para galletitas, repostería, pan dulce, pan de molde, etc., productos que requieren otras características en las harinas. Excepcionalmente la industria local emplea harinas univarietales, con lo que la versatilidad en los comportamientos es aún más significativa. Resulta entonces que los diferentes sectores dan prioridad a distintos aspectos en la evaluación. Aún así, existen algunos parámetros que universalmente se toman como estimadores de la calidad de un trigo o de una harina.

#### - Peso hectolítrico:

Se define como el peso de los granos contenidos en un volumen de 100 litros y se expresa en kg. / hl. Su determinación se realiza empleando la Balanza de Schopper, de acuerdo a la resolución de la SAGPyA 557 / 97.

El peso hectolitrico del trigo es un factor de gran incidencia para establecer la calidad comercial del trigo, fijar el precio, estimar capacidades de almacenamiento y particularmente asociarlo con el comportamiento molinero y la calidad industrial. El peso hectolítrico puede ser afectado, entre otros factores, por la forma y el tamaño del grano, el contenido de humedad de éste y su rehumedecimiento, como así también por la presencia de otros rubros comerciales como son los granos panza blanca, los quebrados y/o chuzos y la presencia de materias extrañas. Un bajo peso puede ser indicador de trigos dañados o brotados. Para un mismo trigo, y dentro de ciertos rangos, a mayor peso hectolítrico, mayor rendimiento de harina.

#### - Relación grado de extracción/cenizas de harina

Este índice se asocia con bastante claridad al valor molinero y busca englobar los distintos caracteres de grano relacionados con la producción de harina como así también reducir la importancia de las diferencias en los procesos de molienda experimental.

#### - Contenido proteico del grano



Las proteínas son compuestos orgánicos complejos que contienen nitrógeno. Una clasificación simple se puede hacer en base a su solubilidad, aún reconociendo que cada grupo es muy heterogéneo y está formado por proteínas de distinta composición. De las cuatro clases de proteínas que se pueden formar en el grano de trigo, dos son insolubles en agua, las gliadinas y gluteninas que constituyen el gluten. El afrecho y el germen de la semilla de trigo tienen una mayor cantidad de proteína que el endosperma, por lo que la harina blanca posee menor contenido proteico que las integrales. Dentro del parénquima amiloglutinoso las concentraciones aumentan del centro a la periferia. El contenido de proteínas es una forma de medir indirectamente el contenido de gluten en el grano, pero no su calidad. Es usual su determinación mediante los métodos de Kjeldhal o de infrarrojo cercano (NIR 8100). El primero es un método indirecto que titula la cantidad de nitrógeno combinado en la sustancia orgánica; el segundo es un método no destructivo.

- Porcentaje de gluten húmedo

El gluten no existe como tal en el grano y se produce consecuentemente con el cambio de estructura de las proteínas por el agregado de agua y trabajo mecánico. Es una sustancia visco-elástica y pegajosa que se obtiene lavando la masa mediante una corriente de agua para eliminar el almidón y las proteínas solubles (albúminas y globulinas), quedando así las proteínas insolubles (gliadinas y gluteninas). El gluten tiene plasticidad, elasticidad y fuerza y es el componente diferencial entre la utilización del trigo y la de los otros cereales, siendo el responsable mayoritario de la aptitud panadera. En un grano sin alteraciones, el contenido de proteína y el de gluten están altamente correlacionados y con la determinación de su porcentaje se puede estimar también empíricamente su calidad al visualizar su textura y elasticidad.

- Actividad alfa amilásica o número de caída (Falling Number)

La acción de la alfa amilasa consiste en la hidrólisis de las cadenas de almidón, convirtiéndolas en unidades de menor peso molecular (dextrinas). Esto es un suceso normal durante el proceso de germinación cuando la enzima se moviliza desde el embrión hacia la aleurona y a través del endosperma. Estos acortamientos de la cadena se manifiestan en una disminución de la viscosidad de la solución.

El método se basa en la degradación del engrudo de almidón que corresponde a la primera fase de la actividad de la alfa amilasa, bajo condiciones similares a las que ocurren durante la cocción. Se trabaja indistintamente con harina o grano molido. Se efectúa una rápida gelificación y se mide después la fluidificación a través del tiempo que tarda en caer un vástago inmerso en el engrudo. El total de segundos es el número de caída o Falling Number y está en relación a la actividad de la enzima, disminuyendo a medida que aumenta ésta a causa

de, por ejemplo, la presencia de grano brotado en la muestra. Los valores normales son superiores a 250 segundos; valores inferiores a 200 hacen sospechar presencia de trigo germinado. Harinas con índices de Falling Number demasiado altos dan origen a masas con dificultad para fermentar y panes con miga dura y compacta y una corteza pálida y usualmente se corrige a través del agregado de enmiendas como la harina de malta. Harinas con índices excesivamente bajos, inferiores a 150, dan origen a masas blandas, pegajosas, difíciles de trabajar con máquina, el pan se presenta aplastado, con miga gomosa y con corteza de color gris oscuro y esto es un problema sin solución.

#### - Trabajo de deformación

Se obtiene con el Alveógrafo de Chopin y es el trabajo mecánico en joules  $10^{-4}$  necesario para deformar un gramo de pasta desde el estado inicial compacto hasta su rotura. Caracteriza en forma bastante precisa la aptitud industrial de los trigos expresando su fuerza panadera y se visualiza como el área bajo la curva. Es un elemento que históricamente se ha utilizado como índice en la valoración de harinas, adaptándose en su escala a los cambios ocurridos en el germoplasma y es considerado como tal por los distintos sectores involucrados.

#### - Volumen de pan

El valor panificable de una harina se define por la relación entre la estructura y el empuje de la masa y la situación ideal es cuando ambos están bien relacionados y alcanzan el estado óptimo en forma simultánea. El volumen es, junto con el peso y características internas, externas y organolépticas, uno de los indicadores de ese valor.

Existen distintos métodos de panificación experimental que se basan en parámetros reológicos previamente determinados. Sobre el producto obtenido se determina el volumen que corresponde al neto logrado por la hogaza y se toma una hora después de la cocción con el aparato de desplazamiento de semilla de nabo ideado por J.G.Malloch y N.H.Cock.

### Región triguera argentina

La región triguera argentina se extiende desde los 25° de latitud sur, incluyendo la zona de Chaco y Formosa, hasta los 40°, con los cultivos de Patagones y Villarino. De este a oeste abarca de los 58° a los 66° de longitud oeste. La zona triguera tradicional está limitada al norte por la isoterma de 13° C de julio, mientras que en el sur lo es por la de 7°C, valor acorde a los requerimientos invernales del cultivo.

Es una dilatada llanura casi plana o ligeramente ondulada, solamente quebrada por las serranías del sur de la provincia de Buenos Aires, con altura máxima cercana a los 1200 mts.

El suelo está formado por una capa de loess de origen eólico, constituido por elementos finos, compacto y con elevada retención hídrica en la porción nororiental, más suelto y

permeable en la occidental. El subsuelo es arcilloso y a profundidad variable, suele tener elementos de tosca, aislados o formando capas impermeables que obligan a las aguas a escurrir hacia lugares bajos donde forman lagunas y cañadones.

El tipo de vegetación natural dominante, resultado de las características climáticas y edáficas, es de tipo estepario o pseudoestepario de gramíneas, con doble reposo: en invierno por las bajas temperaturas y heladas, en verano por la deficiencia hídrica del suelo; en ambos casos la pradera aparece seca o amarillenta. Sin embargo, la elevada variabilidad que caracteriza al clima argentino, hace posible la ocurrencia ocasional de inviernos benignos que no interrumpen el crecimiento vegetal, o de veranos anormalmente provistos de lluvias abundantes que mantienen el verdor estival de la pradera.

El régimen térmico le confiere a la región la condición de ser una formación fitogeográfica única en su género y una de las superficies con mayor potencial productivo en granos y carnes.

Sus características térmicas resultan de la acción conjunta de varios factores, entre los que cabe mencionar preferentemente a la oceanidad, influencia común a todo el hemisferio sur que, atenuando la variación anual de la temperatura, genera veranos frescos e inviernos suaves.

El invierno, muy poco intenso en comparación con iguales situaciones latitudinales del hemisferio norte, está provisto, sin embargo, de la cuota de enfriamiento suficiente para satisfacer las necesidades de vernalización medianamente intensa de los cultivares de cereales invernales utilizados regionalmente.

Las fechas de ocurrencia de primera y última helada presentan una gran variabilidad climática, es decir, grandes oscilaciones de un año a otro. Dentro de la pradera pampeana, la duración de la estación de cultivo o período medio libre de heladas va desde principios de octubre a mediados de abril en la parte sudoccidental, hasta mediados de agosto a mediados de junio en la nororiental. Pocas llanuras agrícolas cuentan con una estación de cultivo tan extensa..

En la estación invernal los cereales de grano fino cumplen sus etapas de crecimiento y satisfacen sus exigencias en frío durante este período del año.

La estación invernal, de relativa suavidad, tiene variaciones geográficas que reflejan las influencias combinadas de la latitud, la continentalidad y la altitud. En el mes de julio se registran las menores temperaturas como así también la mayor frecuencia de días con heladas, que aumentan de la parte noreste mesopotámica y costera atlántica hacia la parte occidental.

Tomando como referencia para la intensidad de los fríos extremos a las temperaturas mínimas absolutas probables de ocurrir en uno de cada 20 años, tampoco éstas mínimas

extremas, como se registran en los meses de julio y agosto, resultan inconvenientes para los cultivos invernales, cuya resistencia al frío es naturalmente elevada durante esa etapa de su ciclo.

Otra característica de la estepa pampeana referente, en este caso, a la acción biometeorológica favorable de las bajas temperaturas, queda sintetizada en la distribución geográfica de las “horas de frío” acumuladas durante el período 1 de mayo al 30 de septiembre. Este índice puede señalar el nivel de vernalización posible para cultivos cerealeros. La variación regional de enfriamiento condiciona la distribución de los cultivares de cereales y especialmente de trigo, cuyas variedades de mayor exigencia en vernalización se deben cultivaren la zona meridional donde se totalizan entre 1000 y 1200 horas de frío, mientras que en la norte sólo pueden prosperar cultivares de ciclo corto, capaces de satisfacer sus reducidas exigencias en frío a temperaturas más elevadas.

Esta amplia región desde hace mucho ha sido subdividida siguiendo criterios agroecológicos, tecnológicos y comerciales en siete subregiones tradicionales con potencialidades, representaciones y aportes respecto a la producción, diferentes y que han variado a través de los años.

En forma global se puede señalar que algunas áreas de las extensas subregiones reúnen desde el punto de vista de los elementos del clima, condiciones por demás satisfactorias para el cumplimiento de todas las fases de cultivo. Así, por ejemplo, una parte importante de la subregión IV se ve favorecida por temperatura, radiación y disponibilidad hídrica acorde a los requerimientos del trigo en sus principales estadios, mientras que en otras, como la V norte y I, los excesos de temperaturas pueden ocasionar situaciones desfavorables tanto para el rendimiento como para la calidad.

Actualmente también existen otras zonificaciones producto, por ejemplo, del agrupamiento de experiencia como las que realiza el Consorcio Regional de Experimentación Agropecuaria (CREA), de los distritos comerciales de las Bolsas de Cereales o aquellas que utilizan conceptos sobre rendimiento potencial para validar las zonas de cultivo. Sin embargo, las subregiones trigueras históricas siguen siendo la clasificación universal que se utiliza en el país para la localización de los cultivos.

### *I- Clasificación de ambientes:*

El análisis de los ambientes puede ser importante para entender los factores externos, no genéticos, que impactan sobre los parámetros que definen la calidad del trigo. Los ambientes pueden ser definidos por características macro ambientales relacionados con variables climáticas, edáficas, ecológicas, etc. o con características micro ambientales asociadas directamente con pautas de manejo generadas en cada sitio-año (Ambiente). Uno de los principales objetivos de la utilización de una red de ensayos multilocales que se repiten a lo largo del tiempo, es la evaluación de la magnitud de los efectos de las localidades y los años, conocida como efecto ambiente. Sin embargo, es complejo y difícil cuantificar dicha variación y separarla del efecto del genotipo. Las diferencias en las condiciones de los ensayos puede ser cuantificada mediante el estudio de la interacción Genotipo x Ambiente. Además en una red de ensayos las condiciones de los experimentos pueden variar en la fecha de siembra, la historia de cultivos anteriores a la siembra, la fertilización utilizada antes o durante el periodo del ensayo, la utilización o no de riego, etc. Las diferencias micro ambientales pueden ser consideradas como interacciones genotipo por manejo (G x M). Las diferencias macro ambientales puede ser consideradas como interacciones genotipo x año (G x A), genotipo x localidad (G x L), genotipo x localidad x año (G x L x A). Muchas veces la magnitud de la interacción G x M puede ser confundida con la magnitud de la interacciones G x A, G x L o G x L x A. Por lo tanto, es sumamente útil identificar dichas magnitudes con el objeto de generar un modelo que explique mejor el comportamiento de las variables ambientales sobre los

parámetros de calidad. En estos análisis estadísticos se considera “genotipo” a los grupos de calidad o a las variedades comerciales.

## *II- Interacción genotipo (grupos de calidad o variedades) x ambiente*

Para estudiar la interacción genotipo x ambiente se utilizó el modelo de Efectos Aditivos e Interacción Multiplicativa (AMMI). El AMMI es un análisis que ha sido utilizado para el estudio de las interacciones genotipo x ambiente y otros estudios de interacciones complejas (Gauch, 2002). En analogía al concepto anterior se considerarán los grupos de calidad como genotipos y a la combinación Localidad x Años (L x A) como ambiente. El modelo propuesto es:

$$Y_{g^*e^*r} = \mu + \alpha_g + \beta_e + \sum \lambda_n \gamma_{g^*n} \delta_{e^*n} + \tau_{g^*e} + \varepsilon_{g^*e^*r}$$

donde  $Y_{g^*e^*r}$  es el índice observado del genotipo  $g$  en el ambiente  $e$  para la repetición  $r$ . Los parámetros aditivos son  $\mu$  (Media general del ensayo combinado),  $\alpha_g$  (Desviación de la media general que produce el genotipo  $g$ ) y  $\beta_e$  (Desviación de la media general causada por el ambiente  $e$ ). Los parámetros multiplicativos son  $\lambda_n$  (Autovalor para el eje  $n$  del análisis de componentes principales de la interacción G x A),  $\gamma_{g^*n}$  (Auto vector de genotipos para el eje  $n$ ) y  $\delta_{e^*n}$  (Autovector de ambientes).

Debido a la ausencia de repeticiones no se pudo realizar el análisis de la varianza propuesto por el modelo AMMI, sin embargo, se construyó de forma manual un biplot. El biplot (Gabriel, 1971) es una herramienta ampliamente utilizada para la visualización de datos en muchas áreas de investigación científica: Psicología, Medicina, Ecología Sociología y Ciencias Agrícolas (Yan et al, 2007). El biplot es un gráfico bidimensional de puntos, extraordinariamente informativo ya que muestra al mismo tiempo los Efectos Principales Aditivos y la Interacción GA. En la abscisa se proyectan los Efectos Principales Aditivos, representados por los promedios de los grupos de calidad y de los ambientes y sus ordenadas los scores del análisis de componentes principales de la interacción (IACP) o coordenadas genotípicas y ambientales

del IACP. Con el objeto de una mejor identificación se usa un tipo de punto para genotipo y otro distinto para ambiente.

El principio de interpretación básica para el biplot es que los puntos distribuidos a lo largo de la abscisa difieren en los Efectos Principales Aditivos, y los puntos distribuidos a lo largo de la ordenada difieren en la interacción.

Es utilizado como un método de ordenamiento, es decir, puede ser utilizado como una herramienta de clasificación efectiva, agrupando genotipos y ambientes por afinidad, como lo haría el Análisis de Grupo (Análisis de Cluster). Esto nos señala si el muestreo de genotipos y/o ambientes es el conveniente, ó bien se están sub-representados o sobre-representados. Así, por ejemplo si varios sitios aparecen altamente redundantes, puede ser ventajoso eliminar alguno, especialmente si otros ambientes aparecen sub-representados.

Los genotipos (ó ambientes) con coordenadas elevadas para IACP1 (tanto positivas como negativas) aportarán en mayor medida a la interacción GxA. Los genotipos (ó ambientes) con IACP1 cercano a 0 aportarán menos a la interacción, siendo estos los más estables. Si la coordenada genotípica y ambiental tiene ambas valores positivas ó negativas la interacción de ellas será positiva, si los signos no coinciden la interacción será negativa. Por lo tanto, los genotipos que se ubican cerca del margen superior del gráfico andan especialmente bien en ambientes también agrupados cerca del tope, lo mismo para genotipos y ambientes que se agrupan cerca de la base del biplot.

Los genotipos (y ambientes) con altos valores medios de rendimiento se ubican a la derecha, indicando grandes Efectos Principales. Si muchos de los genotipos se alejan a la derecha y también se alejan de cero (interacciones grandes) sobre el eje del IACP1, como frecuentemente sucede en ECR multilocales, indicaría que la región de crecimiento y las variedades estudiadas son simplemente demasiado diversas para hacer una recomendación simple de una única variedad sensible para todos los ambientes.

Cuando se tiene una información adicional para ambientes o genotipos, se puede relacionar ésta con el patrón encontrado en el biplot. Por ejemplo, se puede relacionar los efectos principales del ambiente con características del lugar en forma global, ó los efectos principales para genotipos, con el pedigrí de origen. De la misma forma IACP1 usualmente

puede relacionarse con las estaciones de crecimiento o calor para ambientes y con las unidades térmicas de fotoperiodo ó calor que necesitan los genotipos para florecer. Estos datos pueden ser ubicados en el biplot, al lado de cada punto correspondiente a genotipos o ambientes.

Se asume que la interacción genotipos x ambiente (G x A) es grande e importante tanto para el rendimiento como para las variables de calidad. Sin embargo, la magnitud de las interacciones para las variables de calidad no ha sido suficientemente cuantificada.

## OBJETIVOS

- a) Estimar la magnitud de la variabilidad ambiental entendiendo por ambiente a las variables año, región o ciclo de cultivo o las combinaciones entre ellas: A x L, A x C o L x C.
- b) Identificar que variables categóricas influyen más en la determinación de la calidad industrial y comercial del trigo.
- c) Clasificar los grupos de calidad (variable categórica altamente asociada al genotipo).
- d) Determinar que variables fueron las responsables de diferenciar grupos de ambientes (localidades, años, ciclos o sus combinaciones dobles) y los grupos de calidad (genotipos) definidos a priori.
- e) Cuantificar los efectos aditivos de los ambientes (A), los genotipos (G) y la interacción G x A.



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Primera Serie de Ensayos

#### *Variables estudiadas*

Los análisis se realizaron con la base de datos obtenida de la red de ensayos de trigo (RET) coordinada por el Comité de Cereales de Invierno de la Comisión Nacional de Semillas.

Se consideraron 7 variables de calidad.

ABREVIATURA	VARIABLES CUANTITATIVAS
1- PROT	Porcentaje de proteína
2- PH	Peso hectolítrico
3- GH	Porcentaje de gluten húmedo
4- FN	Actividad alfa amilasa
5- GE/C	Relación existente entre el porcentaje de extracción molinera y cenizas de harina
6- W	Trabajo de deformación alveográfico
7- V	Volumen de pan

#### *Variables categóricas*

AMBIENTES: Se consideran como ambiente a las localidades, (L), Años (A) y ciclos (C) y sus combinaciones dobles: L x A, L x C, A x C.

1- LOCALIDADES: Se consideraron localidades representativas de las subregiones.

NÚMERO	LOCALIDADES	ABREVIATURA
1	Criadero Buck - La Dulce, Necochea	BU
2	Criadero Klein - Plá, Alberti	KL
3	E.E.A INTA Marcos Juárez, Cba	MJ
4	Criadero ACA - Cabildo	ACA

2- AÑOS. Se consideraron 7 años consecutivos desde 1994 hasta 2002, con la excepción de la campaña 1999-2000.:

NÚMERO	AÑOS
1	1994-95
2	1995-96
3	1996-97
4	1997-98
5	1998-99
6	2000-01
7	2001-02

3- CICLO: Según la fecha de siembra..

NÚMERO	CICLOS
1	CICLO 1
2	CICLO 2
3	CICLO 3

Segunda Serie de Ensayos

Años: 2003/04

2005/06

Localidades:

Se incorporan: Belloc; 9 de Julio; Chacabuco; Coronel Suárez; Pergamino; Barrow y Bordenave

Variables estudiadas:

Se incorpora: estabilidad farinográfica D

#### *Selección de variables*

Para la selección de variables se utilizaron métodos uni y multivariados. Ambos procedimientos se aplicaron con el objeto de seleccionar las variables con mayor peso clasificatorio. El ANOVA de un factor permitió probar diferencias significativas entre años, localidades y ciclos, para cada variable separadamente, utilizando a las variedades como

repeticiones. Se utilizaron 96 diferentes variedades comerciales pertenecientes a 8 empresas diferentes: BUCK, ACA, KLEIN, CARGILL, NIDERA, INTA, DE SIMONE y RELMÓ.

Considerando todas las variables simultáneamente se aplicó el procedimiento de regresión múltiple de paso a paso (stepwise). Para ambas técnicas, el análisis de la varianza y el procedimiento stepwise, se calculó el test de F y sus probabilidades para seleccionar variables. Además, en la selección stepwise se siguió el criterio basado en correlaciones parciales cuadráticas. Todas las variables con valores de  $p$  menores o iguales a 0.15 fueron seleccionadas (Constanza & Afifi, 1979).

Las variables que no probaron diferencias significativas entre grupos fueron eliminadas del análisis de clasificación de grupos.

### *Clasificación de grupos*

Se aplicaron 2 técnicas multivariadas para clasificar grupos. Análisis discriminante canónico (ADC) y el análisis de Cluster (AC). Ambos métodos permitieron clasificar localidades, ciclos, empresas y años utilizando las variables de calidad seleccionadas con ANVA y STEPWISE. Para cada uno de estos caracteres se dispuso de un solo dato por variedad.

### *Análisis discriminante canónico (ADC):*

Se aplicó un modelo de análisis de covarianzas, donde las variables de calidad fueron utilizadas como covariables y las variables dependientes (localidades, ciclos y años) como clasificatorias o categóricas. En todos los casos las variedades comerciales fueron usadas como repeticiones. Se utilizó el estadístico multivariado Lambda de Wilks para demostrar diferencias entre grupos. Además, se calcularon las distancias cuadráticas entre grupos de a pares mediante el estadístico  $D_{(ii)}^2$ , llamado distancia de Mahalanobis (Hympeys, 1991; Loos, 1993).

$$D_{(iii)}^2 = \delta' \Psi \delta$$

Donde:  $\delta = [d_1 \dots d_j]$  siendo  $d_j = Y_{ij} - \bar{Y}_{ij}$

$\bar{Y}_{ij}$  = es la media del *i*-ésimo genotipo (o ambiente) en relación a la *j* - ésima variable.

$\delta'$  = Matriz transpuesta de  $\delta$ .

$\Psi$  = Matriz de varianzas y covarianzas de residuales.

El ADC separa los efectos entre grupos de los efectos dentro de los grupos. Comparativamente con el análisis univariado, el ADC maximiza el componente de variabilidad entre grupos (variabilidad genética) y lo prueba contra la variabilidad dentro de grupos (Ambiental). Como consecuencia, esencialmente le da un peso mayor a los caracteres con bajos niveles de variabilidad ambiental (Humpreys, 1991). Por lo tanto, el ADC es una herramienta poderosa para detectar distancias genéticas entre grupos. La variabilidad dentro de los grupos no es solo debida a efectos ambientales sino también incluye otros componentes como por ejemplo, la interacción genotipo x ambiente. El ADC está asociado a dos análisis: el análisis de componentes principales (ACP) y a las correlaciones canónicas (CC). En el ADC, la discriminación esta dada por el radio entre la varianza entre grupos y la varianza dentro de grupos (Rencher, 1992) y esto lo diferencia del ACP que resume la variación total. Utilizará la función discriminante canónica como una combinación lineal de las variables cuantitativas de calidad. Esto facilitará la diferenciación entre grupos teniendo en cuenta las interrelaciones de las variables independientes métricas (caracteres de calidad) y las variables dependientes categóricas: (localidades, ciclos y años). Una importante propiedad de las variables canónicas es que ellas no están correlacionadas a pesar que las variables cuantitativas subyacentes pueden estar altamente correlacionadas. Además, el ADC permite examinar las diferencias en las variables de calidad y permite identificar la contribución relativa de cada variable a la discriminación de los grupos. Las cargas canónicas son medidas como las correlaciones lineales simples entre las variables independientes y las variables canónicas y reflejan las varianzas que las variables observadas comparten con las variables canónicas. Pueden ser interpretadas como la contribución relativa de cada variable a las respectivas funciones

discriminantes canónicas (Hair et al, 1987). Se utilizó el procedimiento de SAS CANDIS para dicho análisis.

### *Análisis de Cluster*

Debido a que los caracteres fueron medidos en diferentes unidades, los datos fueron estandarizados a media cero y desviaciones estándar igual a 1. El análisis de Cluster fue realizado con el procedimiento SAS PROC CLUSTER. Después de la estandarización se aplicó el procedimiento de varianza mínima de Ward. Este método jerárquico requiere de todos los datos más que de distancias numéricas, y mide la magnitud de disimilaridades entre clusters usando la suma de cuadrados entre clusters (BSS).

### *Análisis AMMI para el estudio de las interacciones G x A.*

Para el cálculo de las coordenadas del IACP, de las genotipos y de los ambientes, se utilizo la matriz de interacción G x A. A partir de dicha matriz se estimó la matriz de varianzas y covarianzas para genotipos y ambientes separadamente. A ambas matrices se les aplicaron un análisis de componente principal para la obtención de los autovalores y de autovectores propios. Las coordenadas principales se construyeron multiplicando la raíz cuadrada del autovalor  $\lambda_n$  (raíz del porcentaje de traza) por su vector propio asociado:  $\sqrt{\lambda_n} \gamma_{gn}$  y  $\sqrt{\lambda_n} \delta_{en}$ . De esta forma, fue posible estimar la interacción de un determinado genotipo en cualquier ambiente. El número de ejes posibles que el modelo pudo retener fue  $\text{Mín}(g-1; e-1)$ . Las coordenadas genotípicas ( $\lambda_n^{1/2} \gamma_{gn}$ ) y ambientales ( $\lambda_n^{1/2} \delta_{an}$ ) fueron utilizadas para la construcción del biplot.

## RESULTADOS

## PRIMERA SERIE DE ENSAYOS

### I- CLASIFICACIÓN DE AMBIENTES

Todas las variables fueron significativas al considerar los años y las localidades (Tabla I-1), mediante un ANOVA. Para la variable V sólo se demostraron diferencias al 5 % de probabilidad (Tabla I-1). El procedimiento Stepwise seleccionó a todas las variables, sin embargo, las variables PROT, PH y V solo fueron significativas al 5 % de probabilidad (Tabla I-2). No se probaron diferencias significativas entre ciclos al considerar las variables PH, FN y V. Dicho resultado fue parcialmente coincidente con los resultados obtenidos por el procedimiento paso a paso, ya que dicho análisis seleccionó a la variable V, con una probabilidad del 5 %. Por lo tanto, se decidió eliminar únicamente a las variables PH y FN cuando se aplicó el ADC para ciclos (Tabla I-1 y I-2).

#### I. a- Clasificación de años

La tabla I-3 muestra las medias de cada una de las variables por año.

El análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre años ( $\lambda = 0.29$ ;  $F_{42, 5087.98} = 36.54 < 0.0001$ ). Las distancias entre años calculadas de a pares con  $D^2$  fueron significativas ( $p < 0.01$ ) (Tabla I-4). Sin embargo, el fenograma descubrió tres grupos. La campaña 01-02 se agrupó con la campaña 97-98 y la campaña 96-97 con la 00-01 (Figura I-1).

Las 6 funciones canónicas fueron significativas, sin embargo, las tres primeras explicaron el 91.92 % de la variabilidad total (Tabla I-5). Las variables PROT y PH fueron las de mayor contribución a la primera función discriminante canónica. Las variables FN y GE/C presentaron las mayores cargas para la segunda y la tercera función discriminante, respectivamente (Tabla I-6). Los años 2000-01 y 2001-02 presentaron los valores más bajos para las variables PH y PROT, especialmente para el último año. Los años 94-95, 97-98 y 01-02, fueron separados por la segunda función canónica, como consecuencia de compartir los menores valores de FN (Figura I-2).

Las años 94-95 y 95-96 presentaron los mayores valores para GE/C mientras que en el otro extremo se agruparon los años 96-97 y 97-98, que alcanzaron los valores más bajos para dicha variable.

Los coeficientes canónicos estandarizados, son independientes de las unidades de medida, y seleccionaron a PROT, FN y GE/C como las variables de mayor importancia en la clasificación de grupos de años (tabla I-7).

Tabla I-1 : ANVA. Prueba univariada. Valor de F y su probabilidad.

variables	AÑOS	CICLOS	LOCALIDADES
PROT	22.55 ***	7.74 ***	258.10 ***
PH	28.06 ***	0.89 ns	54.62 ***
GH	14.89 ***	4.37 *	270.81 ***
FN	65.39 ***	0.00 ns	5.57 **
GE/C	37.38 ***	16.47 ***	66.60 ***
W	18.57 ***	13.48 ***	51.01 ***
V	4.15 ***	0.87 ns	9.36 ***

Tabla I- 2 : Test multivariado. Procedimiento de stepwise para selección de variables. R cuadrados parciales y sus probabilidades.

variables	AÑOS	CICLOS	LOCALIDADES
PROT	0.17 < 0.0001	0.04 < 0.0001	0.07 < 0.0001
PH	0.19 < 0.0001	Ns	0.08 < 0.0001
GH	0.19 < 0.0001	0.01 = 0.0006	0.43 < 0.0001
FN	0.26 < 0.0001	Ns	0.07 < 0.0001
GE/C	0.17 < 0.0001	0.03 < 0.0001	0.12 < 0.0001
W	0.10 < 0.0001	0.03 < 0.0001	0.07 < 0.0001
V	0.04 < 0.0001	0.007 = 0.021	0.03 < 0.0001

Ns: NO SELECCIONADO.

Tabla I-3: Medias y desvíos estándar para todas las variables por grupo de AÑOS

AÑO	PROT.	PH	G.H.	FN	GE/C	W	V
1994-95	13.36	78.32	29.70	360.04	119.77	310.08	555.98
	1.52	2.98	4.78	60.98	13.41	81.61	60.47
1995-96	13.81	79.83	32.61	394.37	120.59	340.60	564.30
	1.30	1.95	3.51	36.00	13.53	71.65	71.49
1996-97	13.64	79.88	31.78	419.13	103.28	289.79	558.01
	1.33	1.77	5.02	48.09	11.24	59.88	68.46
1997-98	12.73	78.22	29.47	340.71	105.62	285.90	583.61
	1.83	3.21	4.84	54.40	12.95	69.03	78.47
1998-99	13.25	79.54	29.45	388.07	112.63	315.62	569.18
	0.76	1.71	2.91	36.32	11.51	63.70	47.73
2000-01	12.89	78.31	31.19	437.44	111.48	350.86	572.53
	0.86	2.30	3.11	48.22	12.97	72.38	59.66

2001-02	12.39	76.87	29.88	384.19	117.53	300.99	581.34
	0.87	2.31	3.38	71.38	13.24	68.07	68.09

Tabla I-4: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad. Comparaciones entre años.

AÑOS	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	00-01	01-02
94-95	0	1.43 < 0.01	4.50 < 0.01	2.97 < 0.01	1.23 < 0.01	5.09 < 0.01	4.14 < 0.01
95-96		0	3.20 < 0.01	4.18 < 0.01	1.59 < 0.01	3.56 < 0.01	4.71 < 0.01
96-97			0	3.86 < 0.01	1.59 < 0.01	4.79 < 0.01	8.05 < 0.01
97-98				0	2.31 < 0.01	4.74 < 0.01	3.63 < 0.01
98-99					0	3.96 < 0.01	5.40 < 0.01
00-01						0	2.13 < 0.01
01-02							0

Tabla I-5: Valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	%ACUMULATIVO
1	0.46	46.10 < 0.0001
2	0.24	70.89 < 0.0001
3	0.21	91.92 < 0.0001
4	0.04	96.80 < 0.0001
5	0.02	99.27 < 0.0001



Tabla I- 6: Estructura canónica entre grupos (AÑOS).

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4	Can5	Can6
PROT	-0.75	0.45	0.40	0.25	-0.00	-0.11
PH	-0.74	0.61	0.03	0.17	0.16	0.14
GH	0.09	0.69	0.29	0.65	-0.04	-0.12
FN	0.41	0.89	0.14	-0.09	-0.08	0.02
GE/C	0.04	0.26	0.96	0.03	0.01	0.12
W	0.32	0.60	0.56	-0.03	0.47	-0.04
V	0.60	-0.32	-0.56	0.12	0.28	0.37

Tabla I- 7: Estructura canónica total estandarizada (AÑOS)

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4	Can5	Can6
PROT	-1.83	0.22	0.54	-0.76	-0.41	-0.14
PH	-0.78	0.46	-0.34	0.40	0.34	0.45
GH	1.22	0.03	-0.13	1.57	0.003	-0.16
FN	0.35	0.88	0.16	-0.49	-0.513	0.22
GE/C	0.15	-0.32	1.07	0.10	-0.24	0.37
W	0.45	0.10	0.24	-0.20	1.06	-0.39
V	0.14	-0.12	-0.32	-0.002	-0.02	0.83

Figura I-1: Análisis de Clusters. Fenograma de AÑOS construido utilizando la varianza mínima de WARD.

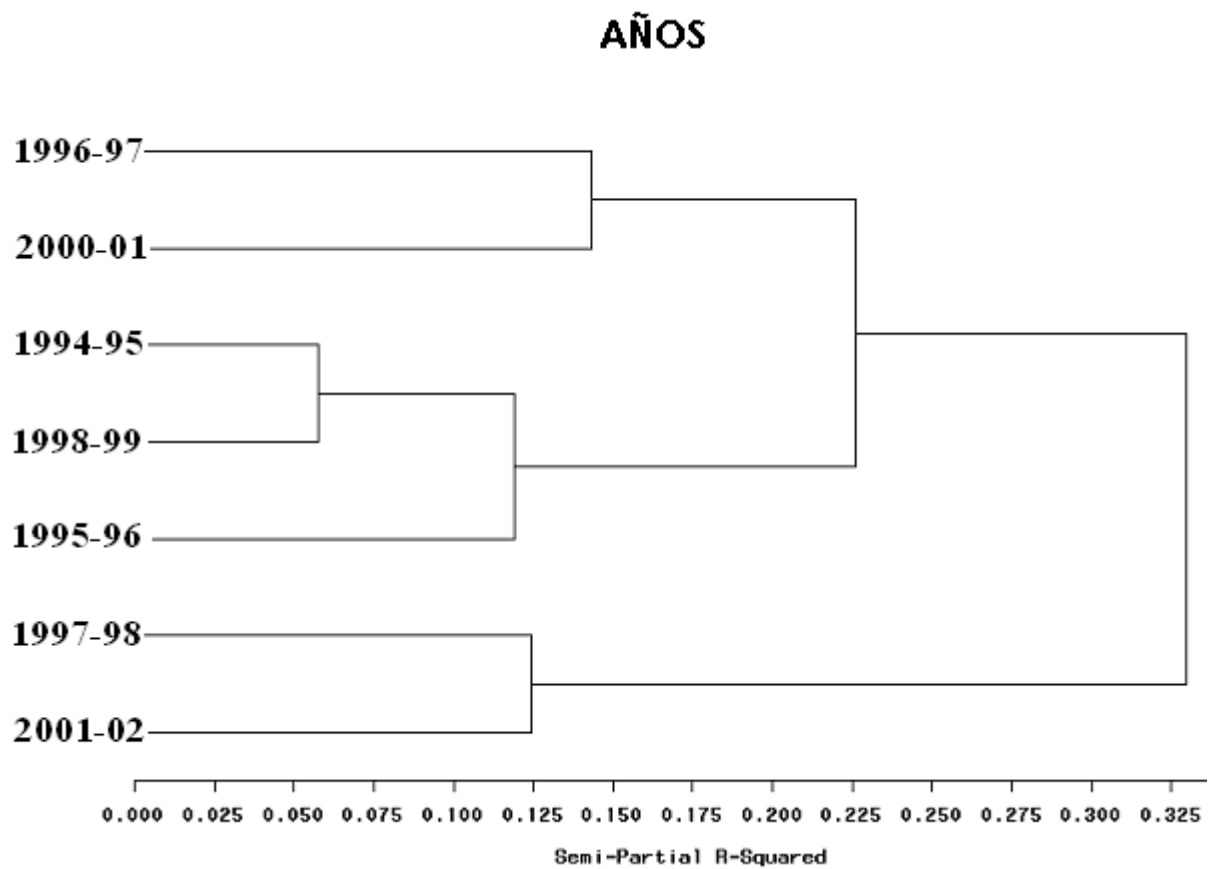


Figura I-2: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para años. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2). b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 3 (CAN 3).

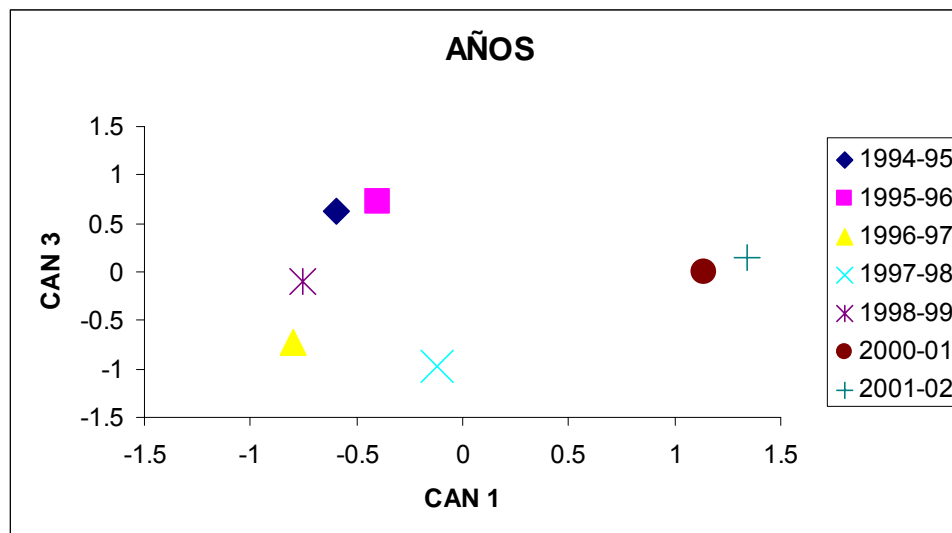
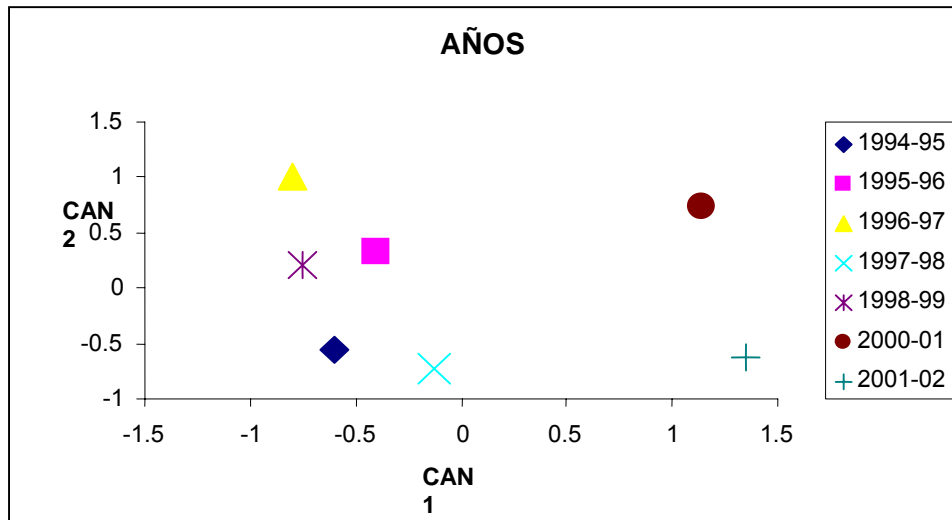
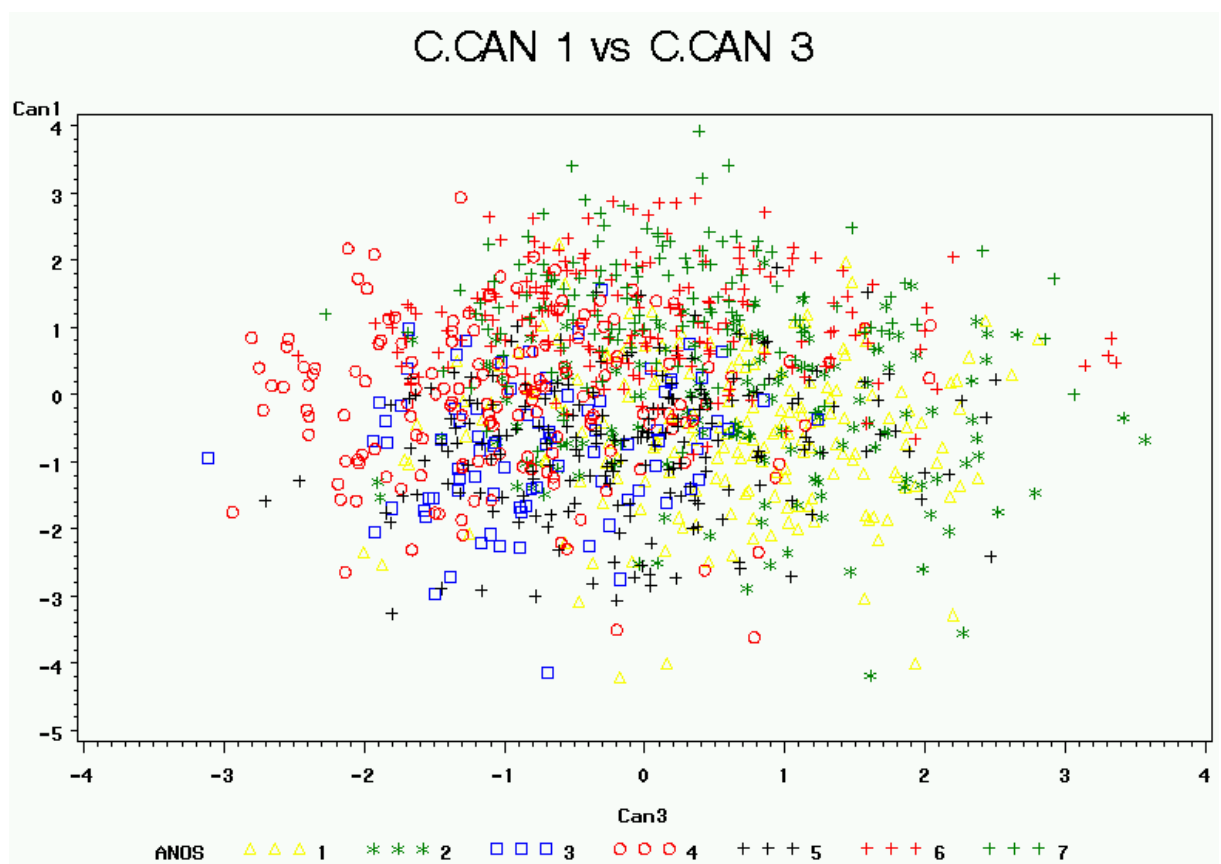
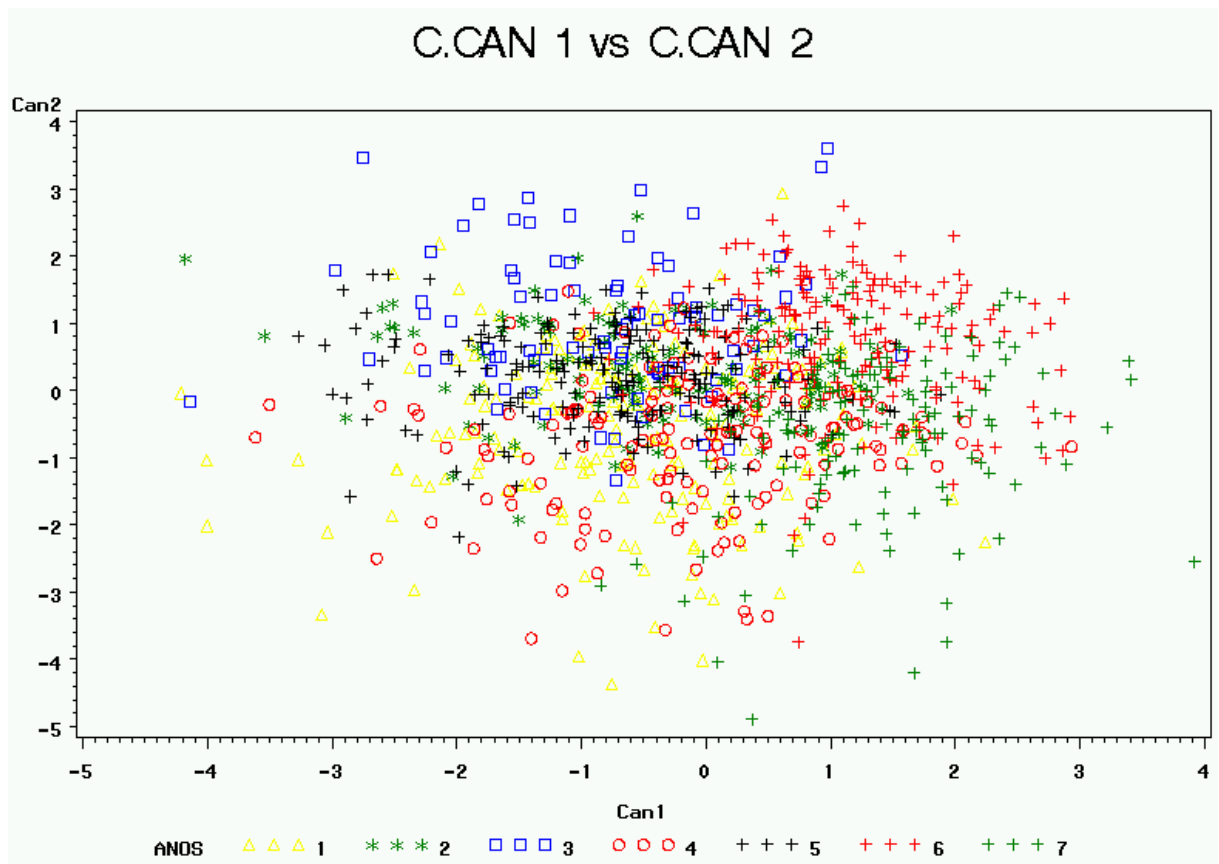


Figura I-3: Análisis discriminante canónico para años. Clasificación de genotipos. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2). b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 3 (CAN 2).



El efecto de los años, como ambiente, queda de manifiesto y por la significancia alcanzada por cada una de las variables cuantitativas. Las variaciones interanuales en precipitaciones, temperatura y otros elementos del clima, que se presentan a partir de octubre, se reflejan en las fluctuaciones del rendimiento y la calidad.

Así como existe variación interanual para rendimiento, existe también para contenido proteico derivado de la relación entre ambos, o por efecto directo de las condiciones ambientales.

Para el caso del PH, la situación en que transcurren las etapas finales de madurez, tienen una marcada influencia sobre el mismo.

Para el grupo de años considerados, el contenido proteico y el GH fueron las variables que más contribuyeron a la Canónica 1 (Tabla I-7) que al contrastarla con la Canónica 2 (FN) permitieron discriminar perfectamente los años. Así se separaron del resto, la campaña 00/01 y 01/02 por su bajo contenido proteico y PH y entre ellas, por el FN. La discriminación que realiza esta variable puede, en algunos casos, no ser aclaratoria de las situaciones interanuales, ya que la misma se halla afectada por una influencia puntual y específica del sitio-ciclo

El resto de los años, en términos generales, presentaron mayores valores en Prot y PH. Los mismos conforman un grupo que se puede subdividir por sus valores de FN en altos (95/96 ; 96/97 y 98/99) y bajos (94/95 y 97/98) .

Con referencia a la relación GE/C, es evidente que al comparar años la mayor probabilidad de cambios en la relación surge del grado de extracción de harinas para un determinado contenido de cenizas, como consecuencia de grados de rellenamiento diferenciales.

Del análisis de las medias y desvíos de cada una de las variables (Tabla I-3), distancias cuadráticas (Tabla I-4) como así también del Fenograma (Fig.I-1), se desprende que las campañas se pueden integrar en tres grupos de años.

La clasificación de genotipos en relación a la CAN 1 versus CAN 2 (Fig I-3) se ajustó a la distribución de años observada en la Fig I-2. Igualmente ocurrió con la CAN1 versus CAN3.

I. b- Clasificación de ciclos

Sólo 5 variables intervinieron en el ADC. Las variables PH y FN no demostraron diferencias significativas entre ciclos, cuando se aplicó el análisis stepwise (Tabla I-2).

La tabla I-8 muestra las medias de cada una de las variables por ciclo.

El análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre ciclos ( $\lambda = 0.89$ ;  $F_{10, 2180} = 13.46$ ,  $p < 0.0001$ ). Los contrastes entre ciclos calculados con  $D^2$  fueron significativos ( $p < 0.01$ ) (Tabla I-9). El fenograma agrupó el ciclo 1 con el 2 y los separó del ciclo 3 (Figura I-4), como consecuencia de que alguna de las variedades del C2 podrían integrar el C1.

El primer componente principal acumuló el 83,31 % de la variabilidad total (Tabla I-10). Las variables G/EC, GH, W y V fueron las de mayor peso discriminatorio, mientras que la variable PROT tuvo un peso mayor en el segundo componente (tabla I-11). El tercer ciclo se separó de los restantes por presentar los mayores valores para GE/C, GH y V pero los menores valores para la variable W (Figuras I-5 y I-6).

Al considerar los coeficientes estandarizados, las variables de mayor importancia para clasificar ciclos, en la primera función discriminante fueron W y GE/C, y PROT y GH para la segunda función (tabla I-12).

Tabla I- 8: Medias y desvíos estándar para todas las variables por grupo de CICLOS.

CICLO	PROT.	PH	G.H.	FN	GE/C	W	V
1	12.91	78.79	29.95	387.64	110.75	319.79	566.05
	1.32	2.37	4.23	62.75	12.48	77.23	67.39
2	13.28	78.58	30.45	387.24	112.79	330.52	570.68
	1.25	3.00	3.86	57.90	12.92	72.31	64.18
3	13.19	78.57	30.80	387.53	116.23	302.68	571.91
	1.35	2.51	4.09	60.43	15.28	70.11	63.47

Tabla I- 9: Distancias cuadráticas de Mahalanobis y sus valores de probabilidad, comparaciones entre CICLOS.

	1	2	3
1	0	0.16 <0.0002	0.52 <0.0001
2		0	0.38 <0.0001
3			0

Tabla I-10: Valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	PORCENTAJE ACUMULATIVO
1	0.83	83.31 < 0.0001
2	0.17	100 < 0.001

Tabla I- 11: Estructura canónica entre grupos (CICLOS).

Variable	Can1	Can2
PROT	0.54	0.69
GH	0.94	0.22
GE/C	0.99	0.17
W	-0.85	0.57
V	0.84	0.53

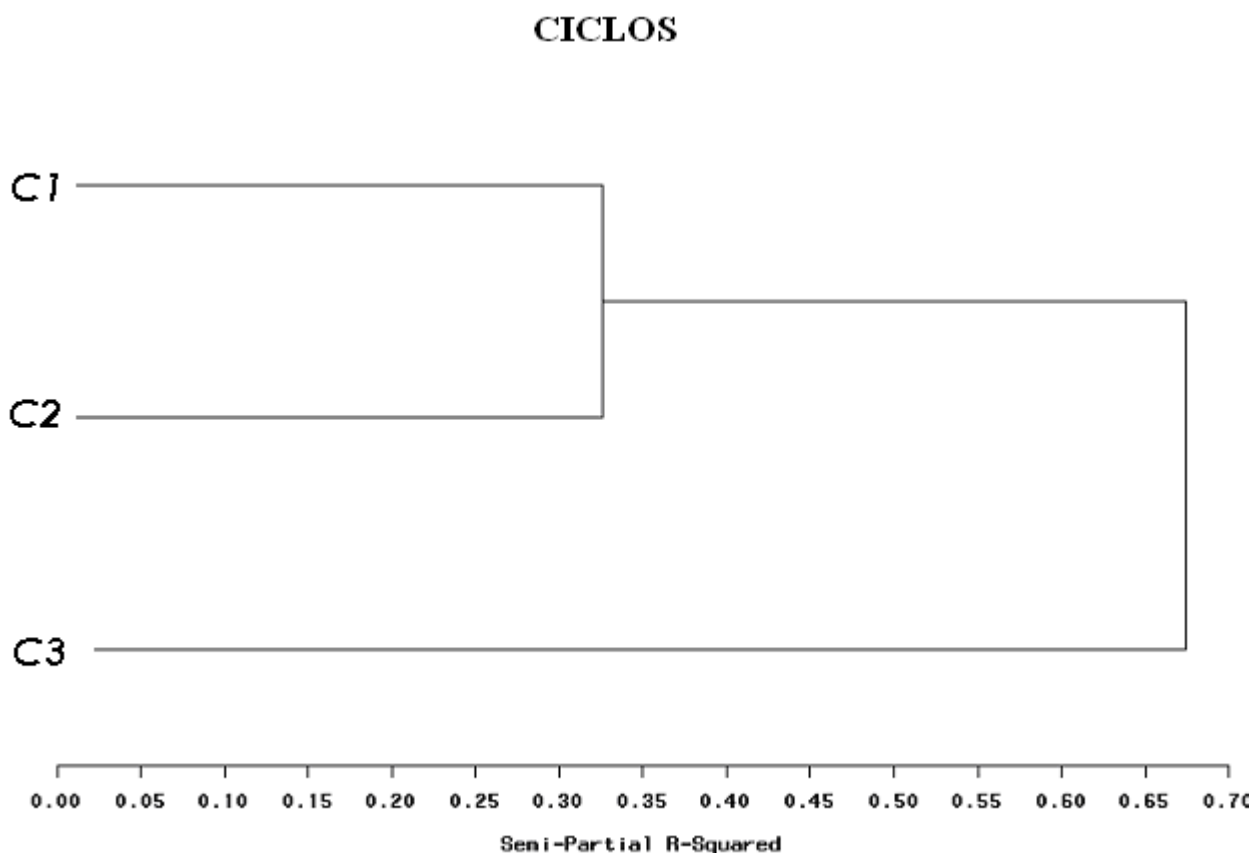
Tabla I-12: Estructura canónica total estandarizada (CICLOS)

Variable	Can1	Can2
PROT	0,32	1,47
GH	0,44	-1,04
GE/C	0,81	0,23
W	-0,89	0,33
V	0,28	-0,06





Figura I-4: Análisis de Clusters. Fenograma de CICLOS construido utilizando la varianza mínima de WARD.



Más allá de las diferencias de calidad que pudieran existir entre los cultivares integrantes de este ciclo, su comportamiento es homogéneo y compacto. Ello se debe a que las variedades que componen este grupo tienen similares requerimientos bioclimáticos y se manejan con pautas definidas (especialmente la época de siembra).

La separación de este ciclo, por la componente canónica 1 (W: con control genético importante) estaría relacionada además con los requerimientos y la tecnología de cultivo.

En los Grupos 1 y 2 la influencia del fotoperíodo en la manifestación de las fases determina una mayor variabilidad en la época de ocurrencia, y por ende en las condiciones ambientales en las cuales interaccionan.

Figura I-5: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para CICLOS. Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2).

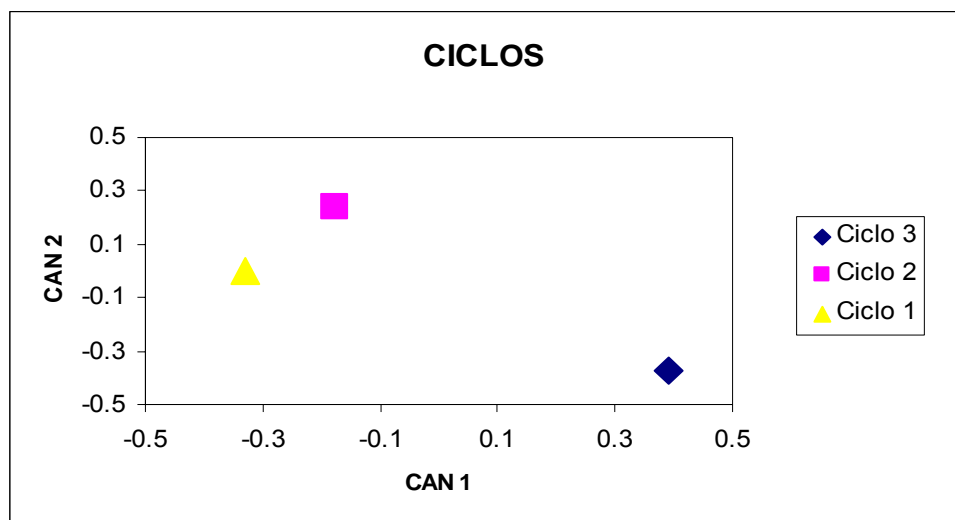
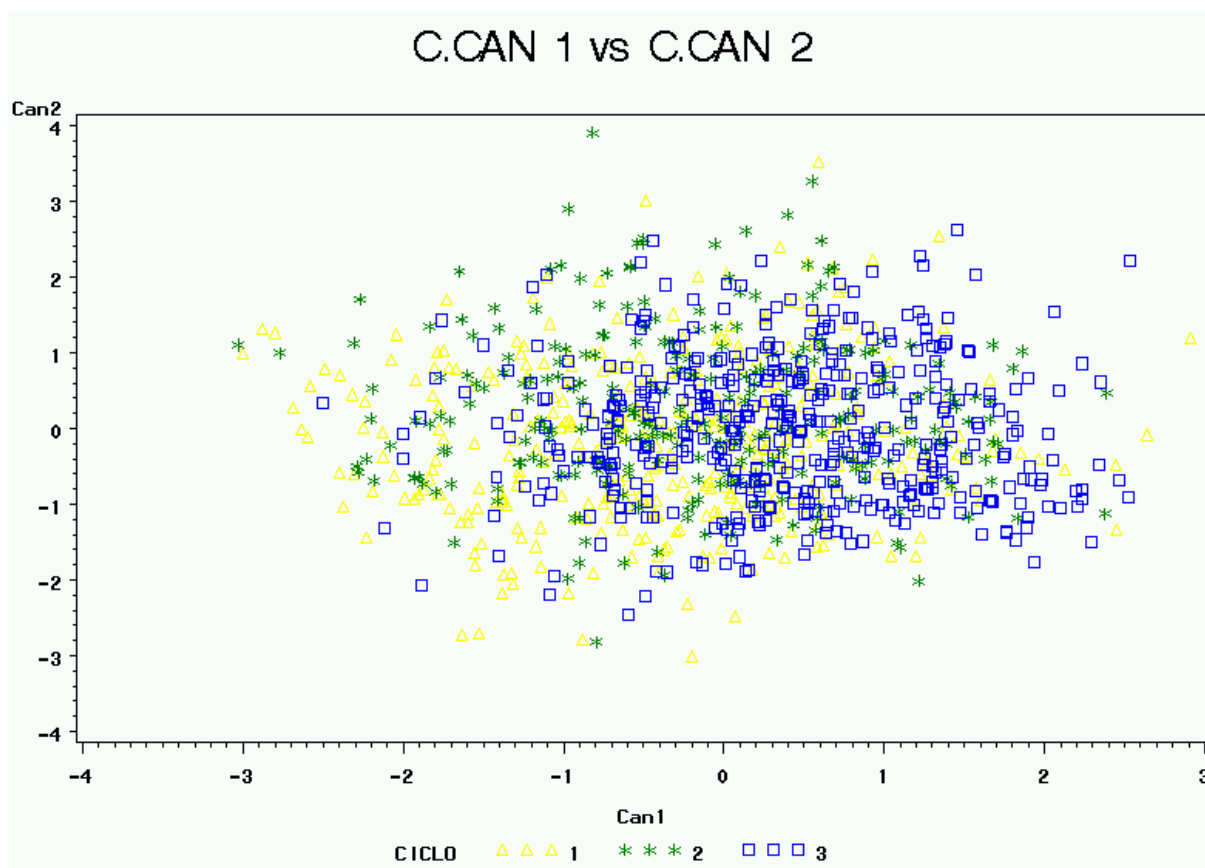


Figura I-6 : Análisis discriminante canónico para ciclos. Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2).



I. c- Clasificación de localidades

La tabla I-13 muestra las medias y desvíos standard de cada una de las variables por localidad.

El análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre localidades al considerar todas las variables simultáneamente ( $\lambda = 0,40$ ;  $F_{21, 3221.8} = 55,48$ ,  $p < 0.0001$ ).

Las distancias ( $D^2$ ) entre localidades fueron significativas ( $p < 0.01$ ) (Tabla I-14). El fenograma agrupa a las localidades Pla y Cabildo dentro de un mismo cluster, mientras que las localidades La Dulce y Marcos Juárez se separan (Figura I-7).

Las tres funciones canónicas fueron significativas y explicaron el 100 % de la variabilidad total (Tabla I-15). La primera función discriminante canónica es dominada por las cargas de las variables PROT, GH y FN. Las variables W, PH y GE/C presentaron las mayores cargas para la segunda función discriminante (Tabla I-16). La tercera componente tuvo poco peso (4%) pero fue significativa y la variable de mayor importancia fue PH (Tabla I-16).

La primera función canónica fue la que produjo mayor discriminación entre localidades (Figura I-8). Las localidades MJ y AC se separaron claramente sobre dicha coordenada por que presentaron valores promedios de clase extremos para las variables PROT, GH y FN, siendo la localidad M. JUAREZ la que alcanzó los valores máximos y la localidad Cabildo los valores mínimos. La función discriminante 2 separó ligeramente a la localidad La Dulce del resto por presentar mayores valores de W, PH y GE/C (Figura I-8). La primera función canónica clasificó a las poblaciones coincidiendo con la clasificación del fenograma. El Análisis de Clusters agrupó a la localidad Plá y Cabildo dentro del mismo cluster y las separó de las localidades La Dulce y Marcos Juárez. Ambos análisis señalan a la localidad M. Juárez como la más extrema.

Los coeficientes canónicos estandarizados seleccionaron a PROT, W y PH como las variables de mayor peso para la primera, segunda y tercer función discriminante, respectivamente (Tabla I-17).

Tabla I-13: Medias y desvíos estándar para todas las variables por grupo de LOCALIDADES.

LOCALIDADES	PROT.	PH	G.H.	FN	GE/C	W	V
-------------	-------	----	------	----	------	---	---

LA DULCE	MEDIA	13.26	79.84	30.85	386.29	120.09	349.83	563.22
	DESEST	0.87	2.01	2.61	56.06	12.83	75.62	61.67
PLA	MEDIA	12.77	79.04	29.16	388.68	112.08	290.39	577.18
	DESEST	0.81	2.17	2.87	69.33	14.47	62.19	70.15
M. JUAREZ	MEDIA	14.33	77.45	34.28	397.94	105.47	322.79	582.88
	DESEST	1.17	3.26	3.07	62.87	11.96	70.41	67.87
CABILDO	MEDIA	11.99	78.14	27.00	377.33	115.24	288.39	557.63
	DESEST	1.14	2.04	3.78	53.56	12.47	65.98	58.06

Tabla I-14: Distancias cuadráticas de Mahalanobis y sus valores de probabilidad, comparaciones entre LOCALIDADES.

	1	2	3	4
	LA DULCE	PLA	M. JUAREZ	CABILDO
1	0	1.72 < 0.01	3.86 < 0.01	2.89 < 0.01
2		0	3.49 < 0.01	1.17 < 0.01
3			0	7.07 < 0.01
4				0

Tabla I-15: Valores propios, valor propio acumulativo porcentual y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	% ACUMULATIVO
1	0.72	71.65 < 0.0001
2	0.24	96.00 < 0.0001
3	0.04	100 < 0.001

Tabla I-16: Estructura canónica entre grupos (LOCALIDADES).

Variable	Can1	Can2	Can3
PROT	0.99	0.164	0.01
PH	-0.39	0.81	0.43
GH	0.99	0.15	-0.03
FN	0.97	-0.05	0.24
G/EC	-0.69	0.72	-0.01
W	0.46	0.87	-0.15
V	0.83	-0.35	0.42

Tabla I-17: Estructura canónica total estandarizada (LOCALIDADES)

Variable	Can1	Can2	Can3
----------	------	------	------

PROT	1.25	0.27	0.21
PH	-0.07	0.52	0.89
GH	0.18	0.01	-0.15
FN	0.20	-0.29	0.17
GE/C	-0.24	0.44	-0.16
W	-0.30	0.72	-0.66
V	0.04	-0.32	0.59

El análisis por localidades evidenció en M. Juárez un llamativo y poco frecuente valor de Prot. para la serie de años analizados. Similar comportamiento se observó para gluten húmedo.

Los valores de dichas variables no se reflejan en la magnitud del valor alveográfico ( W ) expresado en la Tabla I-13. Esos altos valores de P y GH usualmente se han asociado a menores rendimientos producto de condiciones menos favorables para la expresión del potencial genético.

La menor distancia cuadrática entre Plá y Cabildo, que reflejaría un ambiente similar, tal como se ve en el fenograma, es en realidad, consecuencia de la diferencia de rendimientos entre ambas regiones, lo cual restaría validez a dicha asociación. Ello ocurre aún cuando las condiciones nutricionales de los ensayos puedan estimarse como similares.

La situación de La Dulce, estaría indicando una estabilidad manifiesta en la expresión de las variables de calidad. Sus valores medios, considerando las 3 componentes canónicas (Gráf 18 – 1 y 2) se ubican en el centro de la figura.

Figura I-7: Análisis de Clusters. Fenograma de LOCALIDADES construido utilizando la varianza mínima de WARD.

## LOCALIDADES

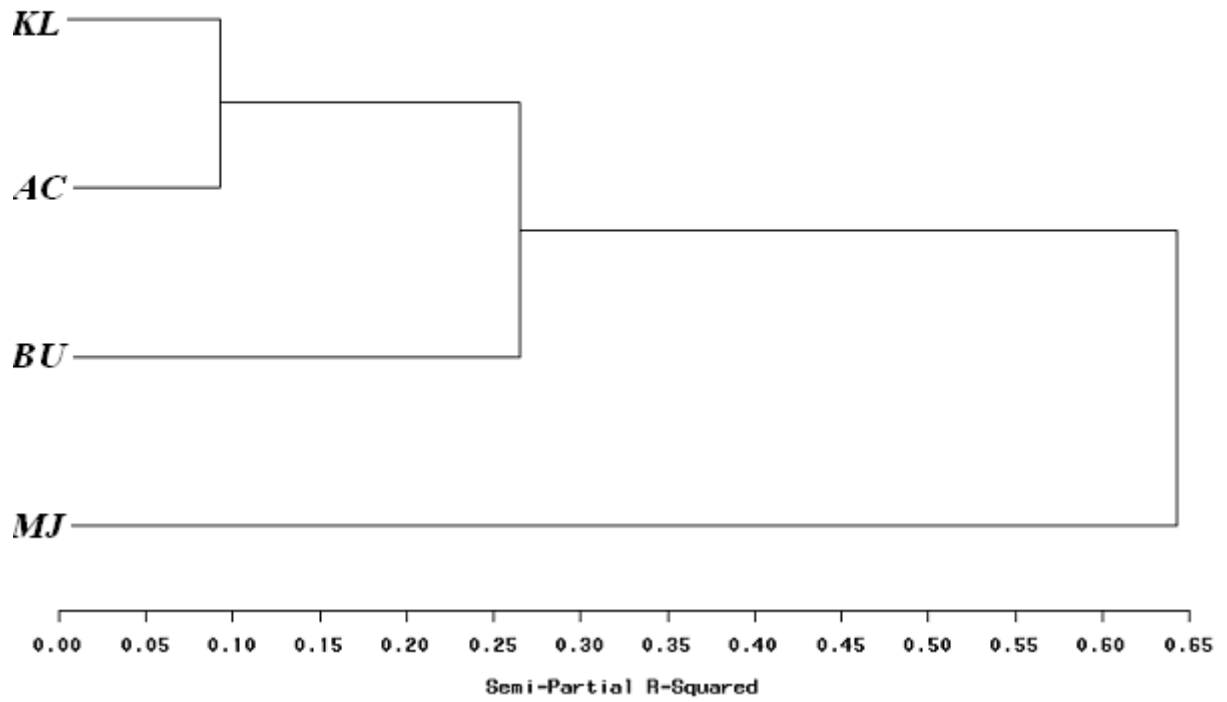
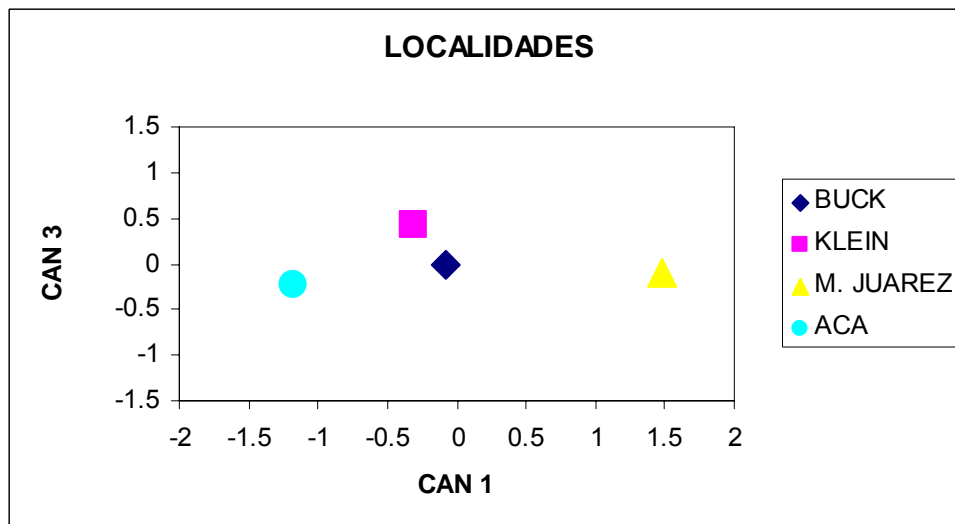
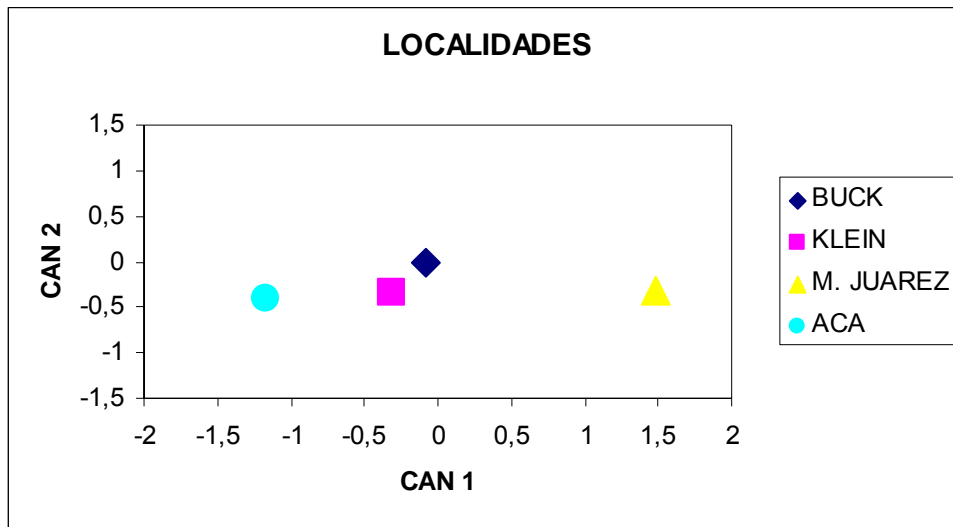


Figura I-8: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para localidades. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2). b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 3 (CAN 3).



## II- CLASIFICACIÓN DE COMBINACIONES DE AMBIENTES

### II.a- Clasificación de Localidad x Año

La tabla II-3 muestra las medias y los desvíos estándar de las combinaciones L x A.

Las siete variables resultaron ser estadísticamente diferentes usando métodos univariados o multivariados (Tabla II-1). El análisis de paso a paso seleccionó como las variables más importantes a PROT, FN Y PH, y a las variables W y V como las de menor importancia (Tabla II-2).

Todos los ambientes se diferenciaron entre sí con distancias de Mahalanobis estadísticamente significativas (Tabla II-3,). También el análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre ambientes ( $\lambda = 0.014$ ;  $F_{175, 7216,8} = 36.07 < 0.0001$ ). Sin embargo el fenograma agrupó los ambientes en dos principales clusters dentro de los cuales se separaron 8 subgrupos de ambientes. Algunos grupos parecen responder a regiones particulares mientras que otros a años (Figura II-1).

Las tres primeras funciones discriminantes explicaron el 80,34 % de la variabilidad total de los ambientes (Tabla II-5). La primera función discriminante separó a la localidad Marco Juárez sobre el eje positivo, y especialmente alejó a los años 95-96 y 96-97 por presentar los niveles más altos de PROT y de GH, presumiblemente asociados a rendimientos menores, que se dan normalmente en esta localidad , debido a una menor disponibilidad ambiental, relacionada con elementos del clima. En este sentido se puede señalar un aceleramiento de las distintas etapas del crecimiento y desarrollo como consecuencia de temperaturas superiores a las requeridas en cada una de ellas.

Opuestamente la región de AC en las campañas 94-95, 97-98 tuvo los menores valores de PROT y GH (Figura II-2).que resultan justificables por las características edafoclimáticas, especialmente aquellas referidas a los bajos tenores de materia orgánica y nitrógeno total.

La segunda función discriminante separó a los ambientes con altos valores de actividad alfa amilasa especialmente el 00/01 año con altos valores de FN independientemente de la



región (KL, BU o MJ). Los ambientes con menores valores fueron AC94-95, KL97-98, MJ94-95 y MJ97-98 (Tabla II-1). Además la variable PROT tuvo un peso importante, tal como lo marcan los coeficientes estandarizados, para las 4 primeras funciones canónicas (Tabla II-7).

En relación a esta segunda función canónica, el comportamiento del FN evidenció una mayor relación con las condiciones climáticas del año. La tercera discriminante no separó eficientemente los grupos de ambientes, debido a que sólo explicó el 14 % de la variabilidad entre grupos. Sobre la tercera coordenada se ubicaron los ambientes MJ01-02 y MJ 97-98 con menor PH y bajo valor de GE/C.

Tabla II-1 : ANVA. Prueba univariada. Valor de F y su probabilidad.

	F	p
PROT	120.85	<.0001
PH	40.65	<.0001
GH	101.36	<.0001
FN	51.55	<.0001
G/EC	29.31	<.0001
W	26.71	<.0001
V	10.13	<.0001

Tabla II- 2: Test multivariado. Procedimiento de stepwise para selección de variables. R cuadrados parciales, F y sus probabilidades.

	R2	F	P
PROT	0.7383	120.85	<.0001
FN	0.544	51.06	<.0001
PH	0.4819	39.77	<.0001
GH	0.3987	28.33	<.0001
GE/C	0.3652	24.55	<.0001
W	0.2804	16.62	<.0001
V	0.1616	8.21	<.0001

Tabla II- 1: Medias y desvíos estándar para todas las variables por grupo de L x A.

			PROT	PH	G.H.	FN	GE/C	W	V
BU94-	1	MEDIA	14.00	80.0	32.1	395.9	123.9	381.3	565.3

95				6	4	7	9	5	2
		DESV.	0.64	1.32	2.08	32.44	9.09	48.87	45.62
		STD							
BU95-	2	MEDIA	13.88	81.2	33.3	417.8	127.5	390.3	553.3
96				2	0	1	5	1	8
		DESV.	0.68	1.49	2.32	31.19	10.00	59.31	67.19
		STD							
BU96-	3	MEDIA	12.55	79.9	27.1	384.5	106.1	251.9	511.6
97				8	5	7	9	7	0
		DESV.	0.55	1.76	1.99	31.49	10.78	52.97	54.74
		STD							
BU97-	4	MEDIA	12.66	81.4	30.6	364.5	113.7	290.3	547.1
98				2	4	9	5	9	5
		DESV.	0.73	1.53	1.98	33.33	12.65	65.16	47.29
		STD							
BU98-	5	MEDIA	13.53	80.0	31.0	381.1	116.6	347.1	558.8
99				4	3	6	8	4	4
		DESV.	0.65	1.42	2.26	33.08	12.72	59.29	55.71
		STD							
BU00-	6	MEDIA	13.18	79.3	30.7	443.6	124.4	400.9	590.9
01				9	1	1	3	0	6
		DESV.	0.57	1.48	2.07	41.14	11.25	69.43	50.33
		STD							
BU01-	7	MEDIA	12.47	77.3	29.6	313.6	122.3	336.2	589.8
02				2	6	5	5	0	0
		DESV.	0.58	2.31	2.03	71.28	13.22	66.70	83.42
		STD							
KL94-	8	MEDIA	12.09	79.7	25.1	381.9	128.5	246.6	560.0
95				1	0	0	6	6	7
		DESV.	0.74	1.91	1.97	51.84	10.03	39.02	79.50
		STD							
KL95-	9	MEDIA	12.91	80.7	29.8	403.6	128.5	333.8	559.3
96				3	3	8	4	2	2
		DESV.	0.59	1.18	2.45	26.09	11.49	50.01	72.53
		STD							
KL96-	10	MEDIA	13.33	79.2	30.7	420.1	109.2	310.7	583.4
97				7	3	7	3	0	7
		DESV.	0.65	1.53	2.45	31.27	7.70	51.15	65.28
		STD							
KL97-	11	MEDIA	13.34	76.6	29.8	275.6	102.1	285.8	634.3
98				7	6	2	3	5	8
		DESV.	0.69	2.01	2.35	41.89	12.30	62.56	76.22
		STD							
KL98-	12	MEDIA	12.80	80.2	28.7	386.7	107.3	283.1	572.0
99				6	2	5	4	0	2
		DESV.	0.56	1.50	2.37	38.29	10.02	65.19	39.89
		STD							
KL00-	13	MEDIA	12.26	78.2	30.1	458.1	107.1	289.7	552.6
01				4	3	3	3	5	7
		DESV.	0.76	1.82	2.34	28.11	11.19	64.60	60.71
		STD							
MJ94-	14	MEDIA	14.45	75.5	33.0	342.5	107.1	295.0	564.8
95				3	9	1	1	9	9
		DESV.	1.28	3.47	2.74	54.05	12.93	67.94	60.97
		STD							
MJ95-	15	MEDIA	15.96	78.0	36.8	383.7	110.4	370.7	531.9
96				1	1	7	3	7	6

		DESV.	0.74	1.95	2.67	43.72	10.83	55.94	64.73
		STD							
MJ96-	16	MEDIA	15.19	80.4	38.0	456.3	93.42	308.5	581.3
97				5	9	7		9	0
		DESV.	1.02	1.89	2.21	51.32	8.41	57.35	60.10
		STD							
MJ97-	17	MEDIA	14.97	74.6	35.1	343.3	96.37	343.2	642.4
98				6	4	2		1	7
		DESV.	0.68	2.34	2.16	47.54	9.41	63.22	66.91
		STD							
MJ98-	18	MEDIA	14.03	79.9	31.4	389.2	113.9	332.2	596.0
99				9	9	0	6	7	9
		DESV.	0.58	1.35	2.29	37.46	10.36	57.87	47.29
		STD							
MJ00-	19	MEDIA	13.66	79.4	34.9	451.9	104.7	356.8	571.4
01				6	2	8	5	4	4
		DESV.	0.68	2.18	2.57	32.26	8.77	63.73	71.47
		STD							
MJ01-	20	MEDIA	13.20	75.6	33.3	438.5	107.8	277.8	583.4
02				0	8	7	8	7	3
		DESV.	0.48	2.45	2.00	34.19	9.04	71.86	61.49
		STD							
AC94-	21	MEDIA	11.21	77.8	22.6	289.4	123.6	230.9	516.6
95				6	2	8	6	7	1
		DESV.	0.56	1.66	2.33	57.61	10.32	52.38	56.63
		STD							
AC95-	22	MEDIA	13.15	79.3	31.5	379.6	116.9	296.8	590.9
96				9	3	6	7	8	0
		DESV.	0.75	1.64	2.89	30.27	13.13	69.78	69.41
		STD							
AC97-	23	MEDIA	10.26	79.7	23.0	374.7	109.2	231.0	520.3
98				1	0	0	1	2	0
		DESV.	0.47	1.59	1.68	30.93	10.28	31.17	34.60
		STD							
AC98-	24	MEDIA	12.76	78.0	26.9	394.8	112.5	301.8	553.5
99				4	0	3	6	5	4
		DESV.	0.42	1.52	2.09	36.17	10.92	53.33	36.30
		STD							
AC00-	25	MEDIA	12.49	76.1	29.2	395.9	108.8	355.3	574.6
01				7	0	6	7	8	4
		DESV.	0.63	2.06	2.01	59.00	10.24	40.14	49.73
		STD							
AC01-	26	MEDIA	11.54	77.6	26.7	399.6	122.1	289.4	571.2
02				6	4	9	7	0	3
		DESV.	0.55	1.56	2.01	32.81	11.70	51.24	57.01
		STD							

Tabla II-2: Distancia cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad. Comparaciones entre L x A.

L x A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.0	1.4**	12.4*	7.8**	1.3**	4.0**	13.1*	15.5*	3.0**	5.6**	19.8*	8.9**	16.0*
2		0.0	16.6*	8.4**	3.5**	4.4**	17.7*	20.7*	3.8**	7.9**	28.6*	12.2*	16.3*
3			0.0	5.4**	6.4**	13.6*	15.7*	6.6**	7.9**	4.6**	14.8*	1.5**	9.2**
4				0.0	3.4**	10.0*	10.9*	12.4*	4.5**	4.6**	14.9*	2.9**	9.4**
5					0.0	4.7**	9.7**	11.4*	2.3**	2.8**	13.6*	3.8**	11.3*
6						0.0	12.4*	13.1*	2.6**	5.4**	25.2*	9.5**	8.5**
7							0.0	13.3*	9.9**	14.0*	8.8**	12.8*	17.5*
8								0.0	7.2**	10.4*	19.1*	7.4**	14.6*
9									0.0	4.3**	20.3*	5.4**	9.5**
10										0.0	15.2*	1.8**	5.0**
11											0.0	11.9*	25.7*
12												0.0	7.3**
13													0

L x A	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	10.2*	11.2*	23.1*	16.5*	2.7**	9.8**	16.2*	32.5*	5.0**	36.7*	9.8**	13.0*	18.6*
2	16.7*	14.1*	21.3*	23.4*	5.8**	7.8**	17.9*	41.3*	6.9**	40.6*	15.6*	17.2*	22.1*
3	14.3*	29.7*	30.5*	24.1*	7.5**	16.4*	15.9*	16.3*	6.6**	12.8*	3.2**	11.2*	11.2*
4	14.9*	25.9*	23.8*	22.0*	6.1**	9.0**	14.3*	23.7*	2.4**	18.1*	9.5**	11.9*	12.9*
5	8.3**	14.4*	22.1*	14.6*	1.5**	8.3**	13.2*	24.9*	2.2**	26.4*	5.9**	9.2**	13.8*
6	17.2*	24.6*	30.5*	23.2*	7.4**	8.8**	11.5*	31.0*	6.0**	27.4*	8.2**	7.3**	10.1*
7	13.2*	35.5*	51.3*	19.3*	15.0*	23.0*	16.8*	12.3*	8.0**	19.8*	10.3*	5.7**	7.8**
8	21.1*	42.9*	51.3*	34.1*	12.9*	28.6*	20.9*	9.2**	9.8**	12.6*	3.9**	13.0*	6.2**
9	15.2*	24.0*	30.3*	24.4*	4.9**	11.0*	13.7*	22.4*	3.0**	21.8*	6.2**	9.6**	9.0**
10	9.7**	19.6*	17.5*	14.5*	2.4**	5.7**	7.0**	27.9*	1.9**	22.3*	4.6**	8.0**	11.2*
11	8.0**	31.0*	43.1*	9.7**	13.5*	28.6*	21.6*	18.0*	11.3*	28.6*	12.7*	14.1*	20.2*

12	12.4*	26.4*	24.2*	18.8*	4.0**	11.1*	12.3*	20.1*	2.9**	15.2*	3.7**	9.4**	10.4*
	*	*	*	*		*	*	*		*			*
13	20.5*	37.6*	27.7*	26.4*	13.9*	7.4**	4.4**	30.4*	7.2**	15.0*	9.0**	6.6**	7.1**
	*	*	*	*	*			*		*			*
14	0	10.7*	25.5*	3.3**	7.4**	17.2*	12.3*	29.7*	8.5**	40.6*	11.2*	13.1*	22.9*
		*	*			*	*	*		*	*	*	*
15		0	16.4*	13.4*	11.9*	19.6*	28.7*	63.7*	20.7*	74.7*	29.0*	34.3*	49.9*
			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
16			0	23.9*	17.0*	10.2*	23.7*	83.6*	21.7*	69.8*	37.7*	41.6*	53.7*
				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
17				0	11.9*	18.6*	15.0*	44.4*	13.8*	52.7*	19.9*	17.8*	32.2*
					*	*	*	*	*	*	*	*	*
18					0	9.4**	13.9*	30.7*	3.1**	32.8*	7.2**	13.6*	18.6*
							*	*		*		*	*
19						0	7.7**	50.7*	7.3**	36.8*	18.1*	14.4*	22.2*
								*		*	*	*	*
20							0	37.0*	7.4**	28.5*	13.0*	7.9**	12.2*
								*		*	*	*	*
21								0	23.5*	11.5*	12.8*	18.0*	11.8*
									*	*	*	*	*
22									0	21.7*	6.4**	7.8**	9.7**
										*			*
23										0	14.5*	15.5*	7.7**
											*	*	*
24											0	5.4**	6.2**
25												0	4.3**
26													0

Tabla II-3: Valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	PORCENTAJE ACUMULATIVO
1	0.45	45.34 < 0.0001
2	0.21	66.21 < 0.0001
3	0.14	80.34 < 0.0001
4	0.10	90.56 < 0.0001
5	0.05	95.79 < 0.0001
6	0.02	98.04 < 0.0001
7	1	100

Tabla II-4: Estructura canónica entre grupos (L x A).

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4
PROT	0.96	-0.26	0.03	0.03
PH	0.06	0.56	0.67	-0.41
GH	0.96	0.01	-0.19	0.15
FN	0.32	0.88	-0.11	0.13
G/EC	-0.30	0.12	0.78	0.43
W	0.62	0.10	0.36	0.58
V	0.35	-0.33	-0.32	0.28

Tabla II-5: Estructura canónica total estandarizada para Ambientes (L x A)

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4
PROT	1.27	-1.06	0.90	-0.82
PH	0.38	0.55	0.69	-0.94
GH	0.82	0.72	-0.86	0.66
FN	0.20	1.15	-0.28	0.09
G/EC	-0.16	-0.05	0.71	0.76
W	0.02	0.00	0.44	0.84
V	-0.09	-0.06	-0.31	-0.03

Figura II-1: Análisis de Clusters. Fenograma de Localidad x años (L x A) construido utilizando la varianza mínima de WARD.

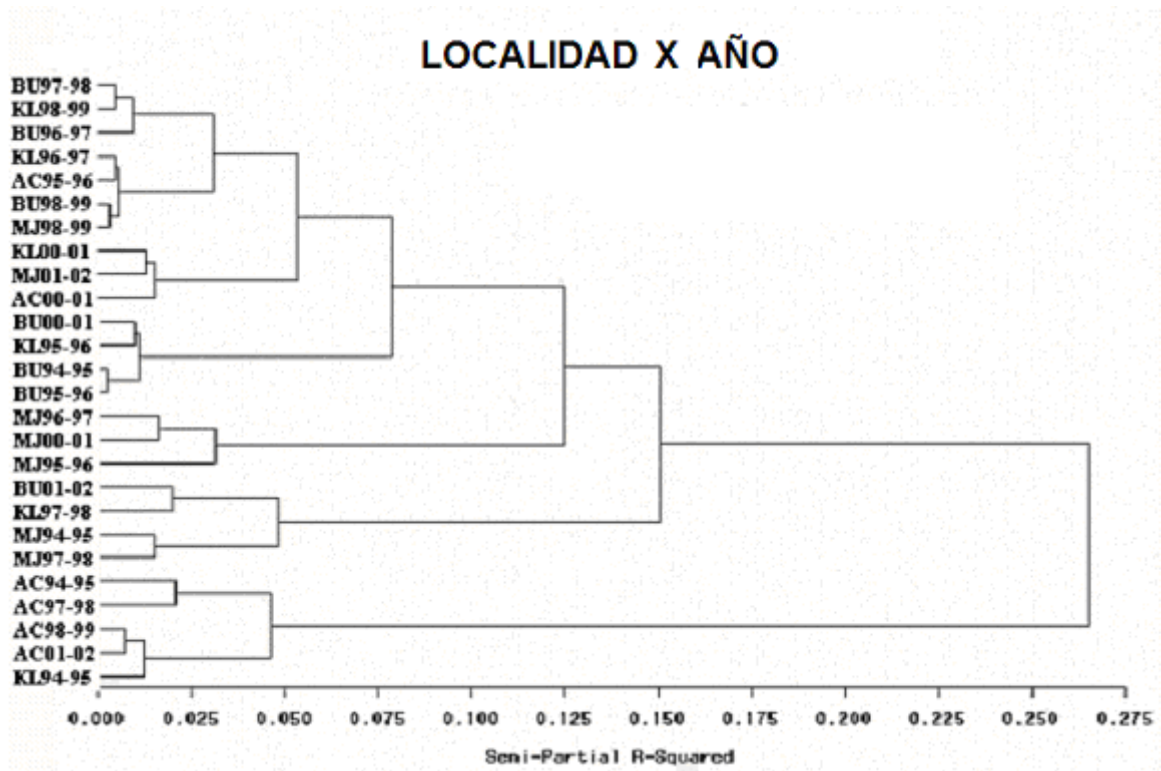


Figura II-2: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para ambientes. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2).

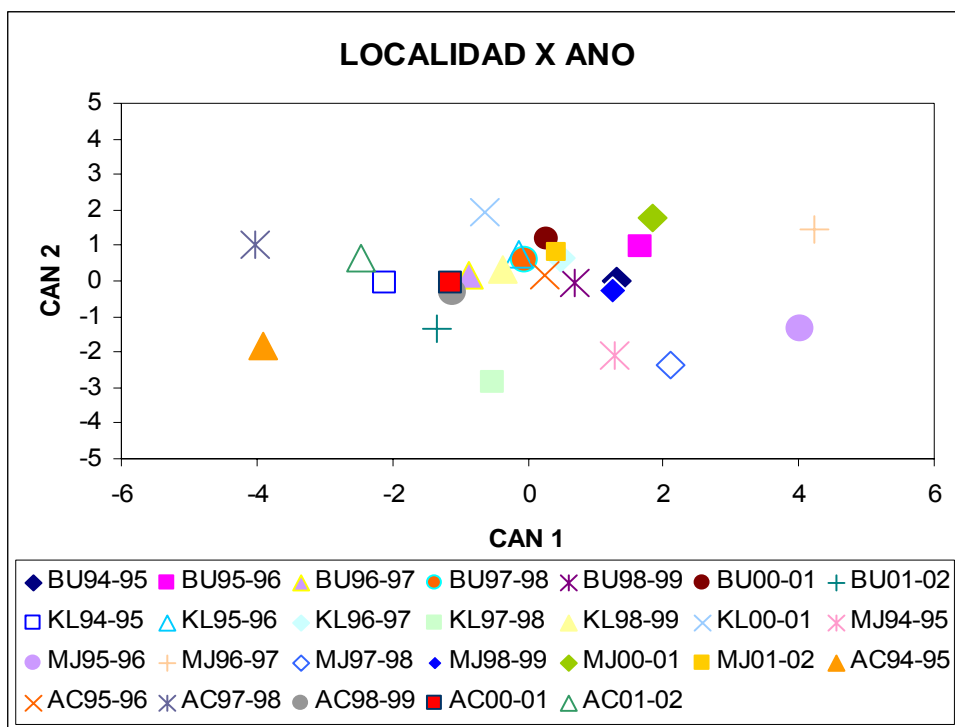
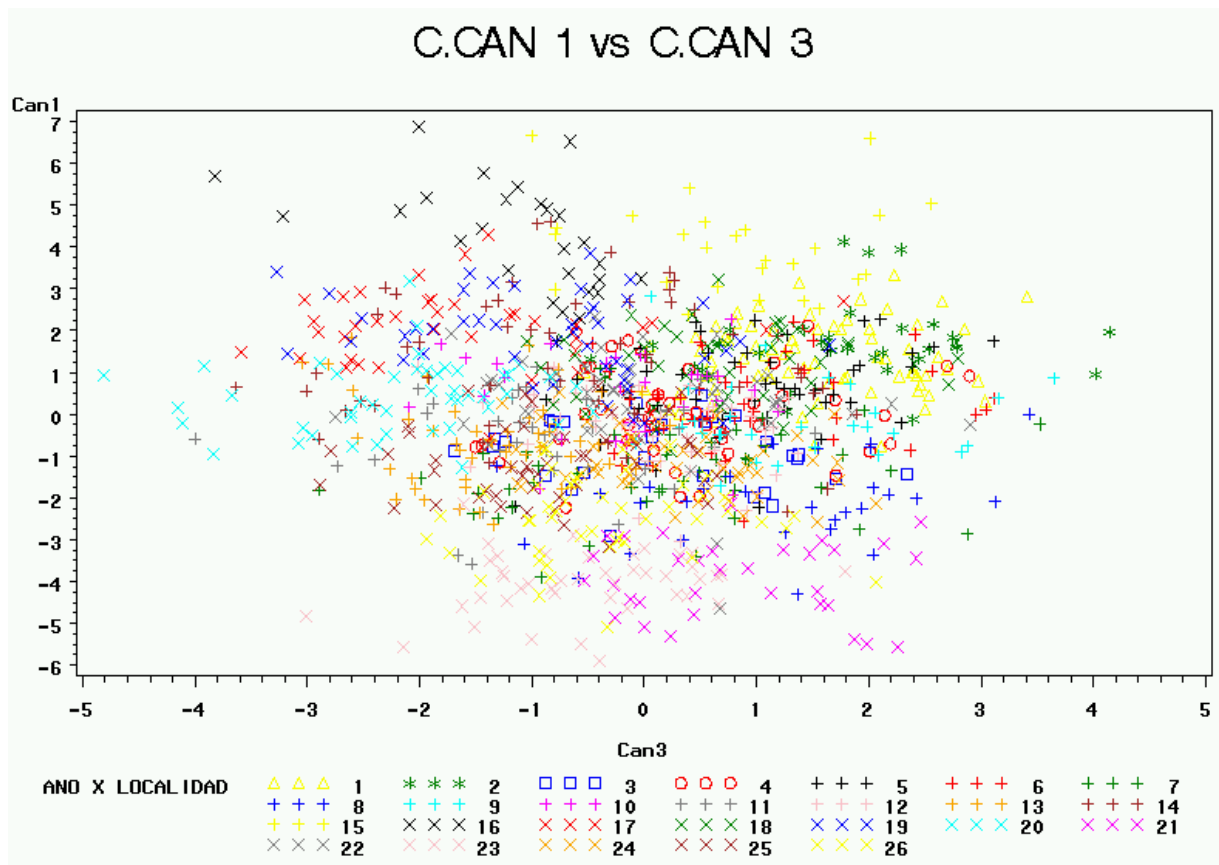




Figura II-3: Análisis discriminante canónico para ambientes. Clasificación de genotipos a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2).



## II. a- Clasificación de Localidad x Ciclo

Las siete variables resultaron ser estadísticamente diferentes usando métodos univariados o multivariados (Tabla II-8 y II-9). El análisis de paso a paso seleccionó como las variables más importantes a GH GE/C, W y PROT y a las variables PH, V y FN como las de menor importancia.

La tabla II-10 muestra las medias y los desvíos estándar de las combinaciones L x C.

En la localidad Pla no se encontraron diferencias significativas cuando se analizaron las distancias cuadráticas entre el ciclo 1 y el ciclo 2 y en la región AC sólo existieron diferencias al 5 % . (Tabla II-11). Para el resto de los ambientes (L x C) las distancias de Mahalanobis fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ). También el análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre ambientes ( $\lambda = 0.30$ ;  $F_{77, 6473,7} = 18,38 < 0.0001$ ). Sin embargo el fenograma agrupó los ambientes en 4 principales clusters asociados a las localidades y dentro de dichos grupos se asociaron los ciclos (Figura II-4). En general, el ciclo 1 se asoció con el ciclo 2, con la excepción de la localidad MJ en donde el ciclo 1 se separó del resto. Este patrón de clasificación indica que la mayor variabilidad entre ambientes (L x C), la aporta la localidad o región en tanto que el ciclo tiene una importancia secundaria. Ello se debe al hecho de que el trigo muestra plasticidad en la longitud de los estadíos previos al 4° subperíodo. Por lo tanto, para una misma región, los diferentes ciclos sitúan la etapa final de granazón madurez aproximadamente en una situación cronológica similar, lo que determina que las mayores diferencias sean regionales

Si se consideran las variables estandarizadas, las variables responsables de dicho patrón fueron PROT y GH sobre el primer componente, sobre el segundo fue W.

Los gráficos bidimensionales demostraron que las dos primeras funciones discriminantes sirvieron para clasificar las regiones. (Figura II-5).

La región de Marcos Juárez fue la que alcanzó mayores porcentajes de proteína y GH (Tabla II-10). En contraposición la región AC fue la que tuvo los peores valores para ambas

variables, especialmente para siembras más tardías. Un comportamiento intermedio lo tuvieron las regiones de Pla y La Dulce, como consecuencia de una mayor estabilidad en los parámetros productivos y de calidad. (Figura II-5 y II-6). La segunda función discriminante separó al ciclo 2 y 3 de la región La Dulce del resto de los ambientes, debido a que fueron los ambientes con mayor W., es decir que La Dulce sería un ambiente a tener en cuenta para calificar los trigos por W. La misma función también separó a La Dulce del resto cuando se contrastó con la canónica 4, para esta función ( PH ) , la misma región mostró valores intermedios y estables.

La función discriminante canónica 4 alejó los tres ciclos en la región Pla del resto por presentar los mayores valores de PH y V. La localidad MJ, sin importar el ciclo, fue el ambiente que presentó lo mayores valores para PROT y GH. (Tabla II-10).

Tabla II-8 : ANVA. Prueba univariada. Valor de F y su probabilidad.

	F	P
PROT	77.07	<.0001
PH	16.04	<.0001
GH	77.4	<.0001
FN	2.34	0.0075
GE/C	24.69	<.0001
W	16.63	<.0001
V	4.04	<.0001

Tabla II-9: Test multivariado. Procedimiento de stepwise para selección de variables. R cuadrados parciales, F y sus probabilidades.

	R2	F	P
GH	0.44	77.4	<.0001
GE/C	0.18	20.93	<.0001
W	0.11	12.59	<.0001
PROT	0.11	11.74	<.0001
PH	0.09	9.86	<.0001
V	0.05	4.83	<.0001
FN	0.04	3.64	<.0001

Tabla II-10: Medias y desvíos estándar para todas las variables por ambientes (L x C).

		PROT.	PH	G.H.	FN	GE/C	W	V
BU-C1	MEDIA	13.19	79.96	30.53	378.98	116.01	353.64	570.27

	DESV. STD	0.98	2.18	2.87	67.04	11.33	79.36	68.74
BU-C2	MEDIA	13.56	79.93	31.14	389.03	119.31	363.91	560.07
	DESV. STD	0.79	2.01	2.36	47.61	10.81	64.23	64.58
BU-C3	MEDIA	13.12	79.69	30.93	390.69	124.20	336.40	559.35
	DESV. STD	0.77	1.85	2.54	50.72	14.18	78.15	52.30
KL-C1	MEDIA	12.51	79.36	28.67	387.20	107.21	298.98	584.86
	DESV. STD	0.89	1.61	3.01	74.07	11.79	65.61	66.66
KL-C2	MEDIA	12.68	79.24	28.69	397.71	112.79	308.38	564.58
	DESV. STD	0.74	2.48	2.68	65.13	15.05	59.67	60.81
KL-C3	MEDIA	12.97	78.76	29.70	385.13	114.67	276.37	578.72
	DESV. STD	0.75	2.28	2.80	68.64	15.03	58.51	76.02
MJ-C1	MEDIA	14.05	77.86	33.89	408.55	105.83	328.54	569.68
	DESV. STD	1.06	2.93	3.47	53.44	12.51	74.40	73.60
MJ-C2	MEDIA	14.29	76.80	33.55	388.18	104.03	332.21	590.92
	DESV. STD	1.15	3.84	2.53	64.76	10.18	76.23	59.83
MJ-C3	MEDIA	14.59	77.54	35.06	395.57	106.09	312.17	588.46
	DESV. STD	1.21	3.07	2.89	67.80	12.57	62.00	66.83
AC-C1	MEDIA	11.80	78.05	26.52	377.94	111.87	288.72	546.27
	DESV. STD	1.09	1.68	3.44	53.83	11.73	68.32	55.53
AC-C2	MEDIA	12.31	78.20	27.56	375.90	113.65	301.93	567.51
	DESV. STD	1.19	2.36	4.57	55.90	11.06	69.74	67.09
AC-C3	MEDIA	11.96	78.19	27.06	377.32	119.54	278.83	561.66
	DESV. STD	1.13	2.16	3.48	52.22	12.88	59.89	52.64

Tabla II-11: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad.

Comparaciones entre ambientes L x C.

L X C	BU- C1	BU- C2	BU-C3	KL- C1	KL- C2	KL-C3	MJ-C1	MJ-C2	MJ-C3	AC- C1	AC- C2	AC-C3
BU-C1	0	0.32*	0.76**	1.86**	1.19**	2.22**	3.15**	3.97**	5.50**	3.35**	2.01**	3.18**
BU-C2		0	0.60**	3.18**	1.83**	2.67**	2.97**	3.78**	5.01**	4.67**	2.97**	4.13**
BU-C3			0	3.14**	1.73**	2.00**	3.40**	4.56**	5.44**	3.93**	2.50**	2.69**
KL-C1				0	0.46ns	1.17**	3.92**	4.41**	6.25**	1.57**	0.90**	1.90**
KL-C2					0	0.77**	3.38**	3.97**	5.78**	1.26**	0.48*	1.22**
KL-C3						0	2.70	2.98**	3.77**	2.75**	1.40**	1.70**
MJ-C1							0	0.49**	0.70**	6.85**	5.00**	6.55**
MJ-C2								0	0.67	7.31**	5.16**	7.00**
MJ-C3									0	10.39**	7.75**	9.31**
AC-C1										0	0.37*	0.63**
AC-C2											0	0.44*
AC-C3												0

Tabla II-12: Proporción de valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función

COMPONENTE	VALOR PROPIO	PORCENTAJE ACUMULATIVO	VALOR PROPIO
1	0.65	65,4	<.0001
2	0.22	86,2	<.0001
3	0.07	93,1	<.0001
4	0.04	97,0	<.0001
5	0.02	99,4	ns
6	0.01	1,00	ns
7	1.00	1.00	ns

Tabla II-13: Estructura canónica entre grupo de Localidad x Ciclo (L X C)

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4
PROT	0.99	0.15	-0.02	0.00
PH	-0.38	0.79	-0.03	0.46
GH	0.99	0.15	0.01	-0.04
FN	0.73	0.04	0.00	0.01
GE/C	-0.56	0.66	0.49	-0.04
W	0.40	0.82	-0.38	-0.13
V	0.71	-0.33	-0.01	0.45

Tabla II – 14: Estructura canónica total estandarizada para Ambientes (LxC)

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4
PROT	0.83	-0.07	0.16	0.46
PH	-0.02	0.51	-0.22	0.92
GH	0.68	0.33	0.27	-0.37
FN	0.09	-0.33	0.21	0.05
GE/C	-0.17	0.49	0.96	-0.26
W	-0.30	0.74	-0.81	-0.54
V	0.01	-0.36	0.21	0.62

Figura II-4: Análisis de Clusters. Fenograma de Localidad x Ciclo (L X C) construido utilizando la varianza mínima de WARD.

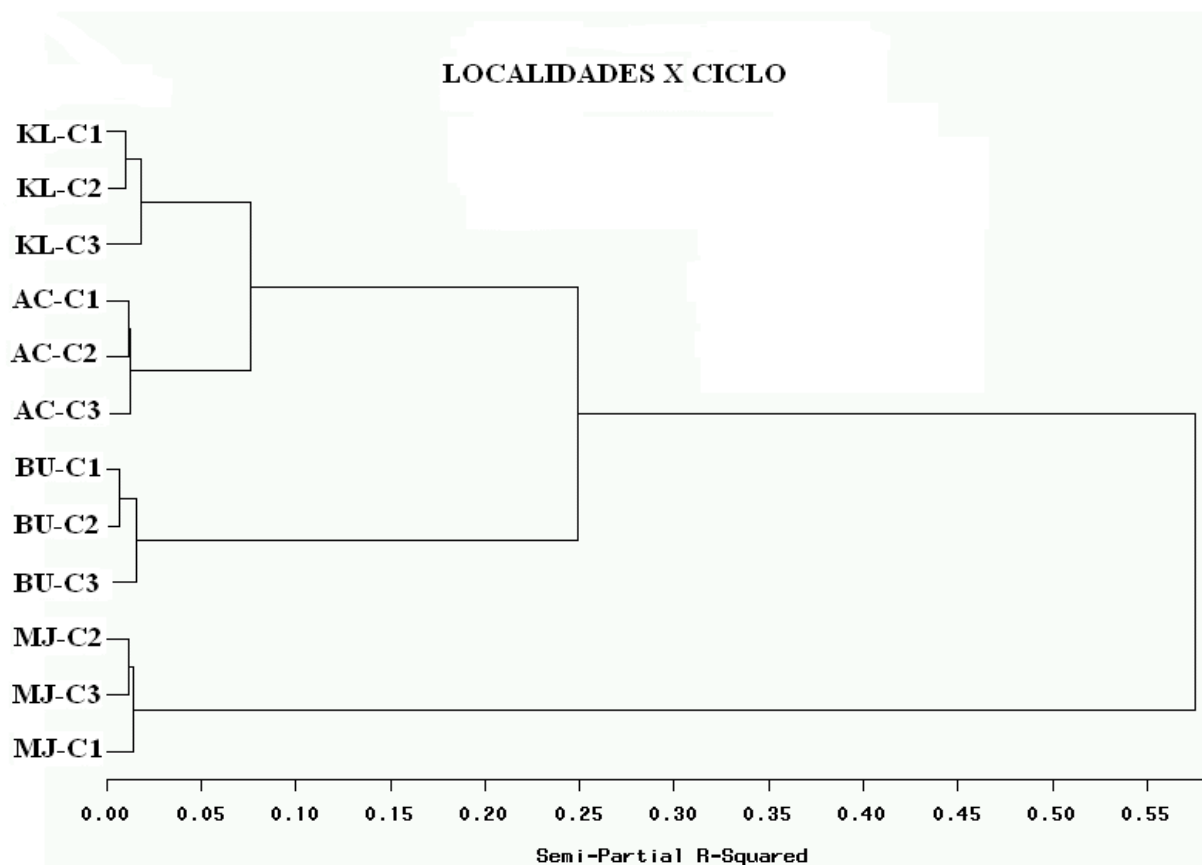
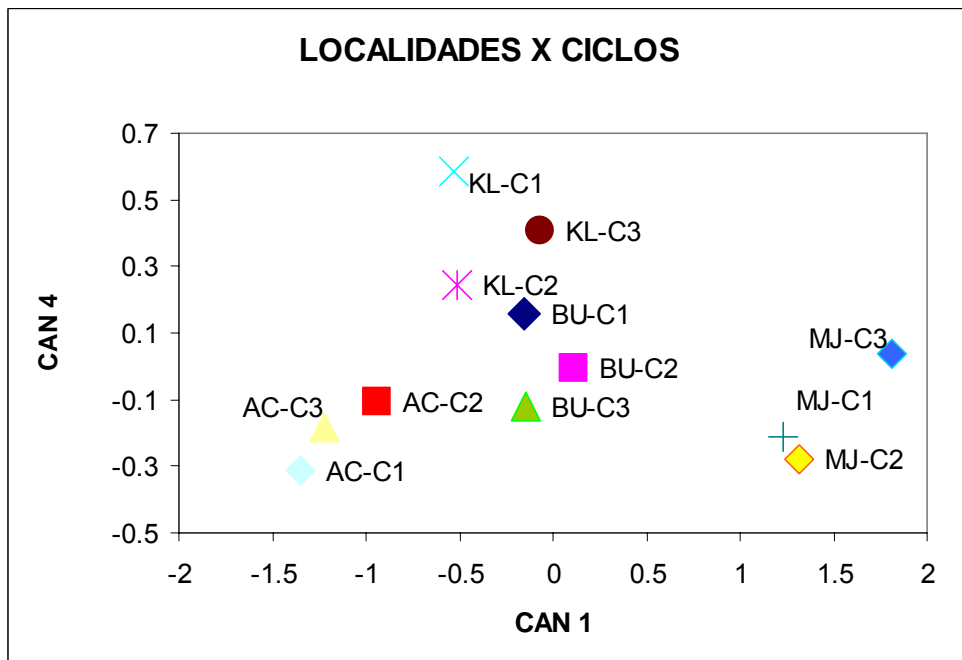
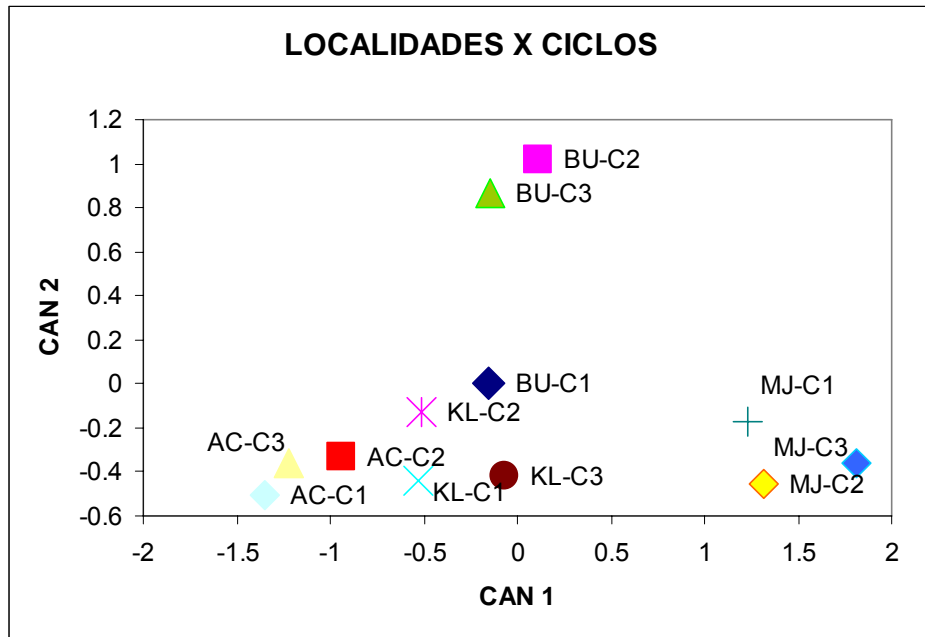


Figura II-5: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para Localidades por Ciclo (L X C). a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1), 2 (CAN 2), y 4 (CAN 4).



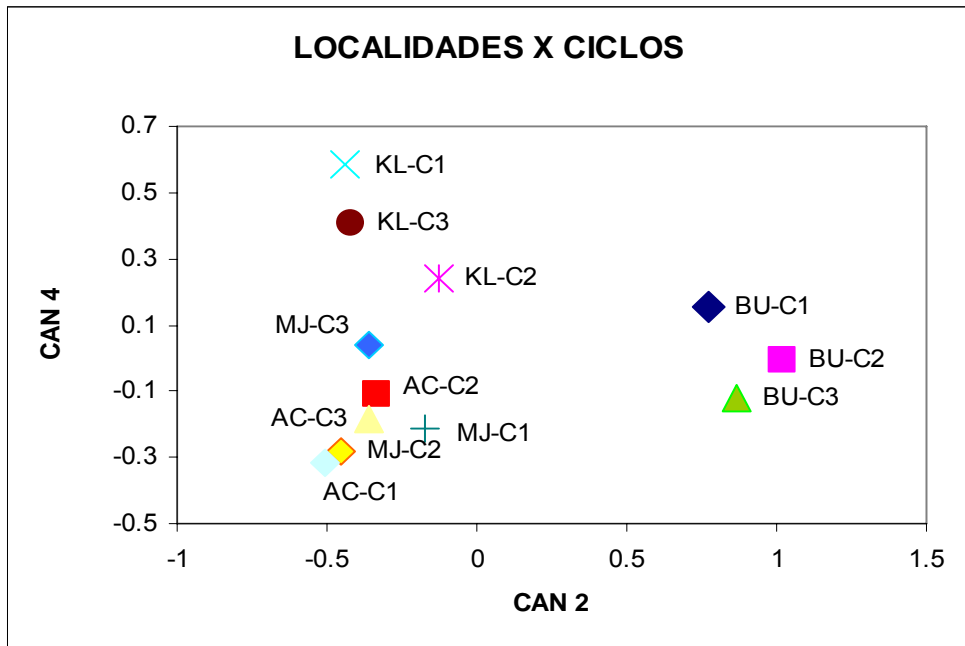
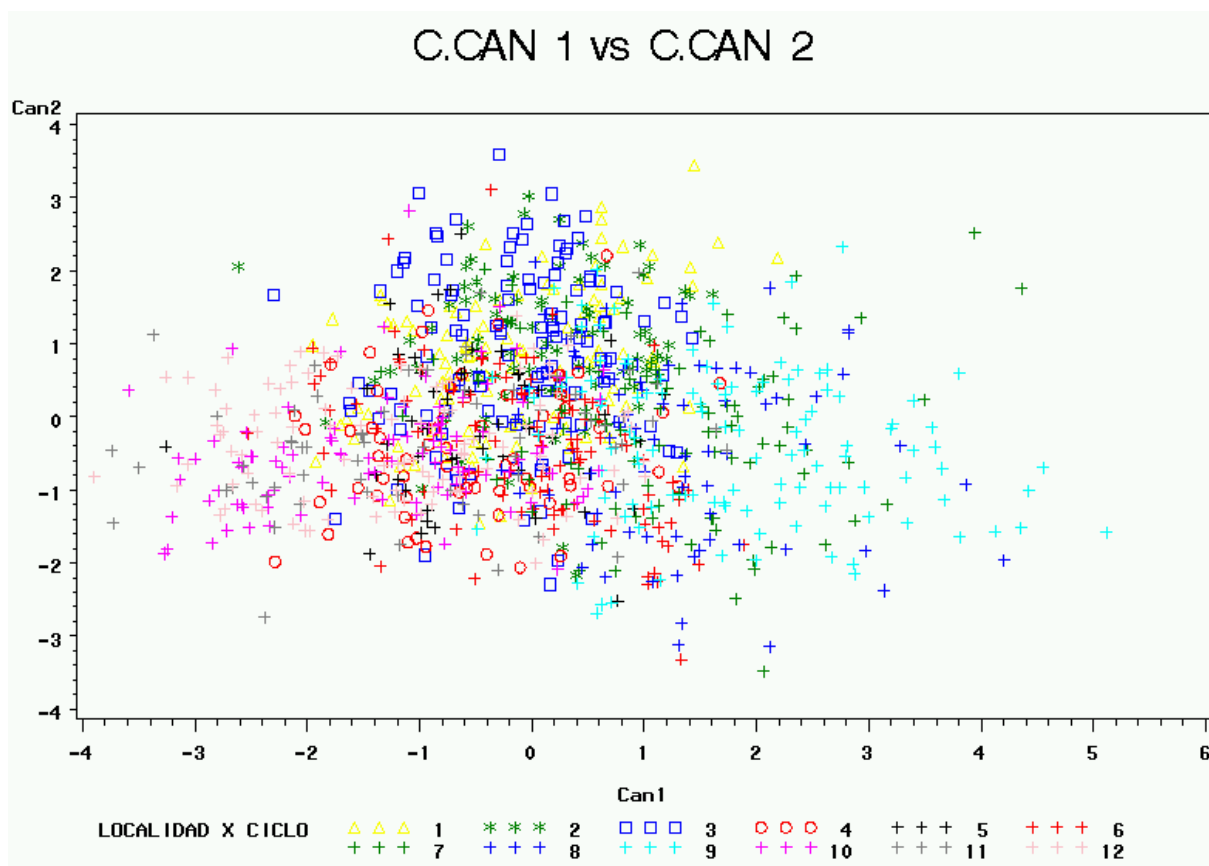




Figura II-6: Análisis discriminante canónico para L x C. Clasificación de genotipos a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2).



## II. c- Clasificación de la combinación Año x Ciclo

El análisis univariado de la varianza y el stepwise demostró diferencias significativas para todas las variables (tabla II-14 y II-15). El análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre ambientes ( $\lambda = 0.21$ ;  $F_{140, 7119, 2} = 13,53 < 0.0001$ ).

La tabla II-16 muestra las medias y los desvíos estándar de las combinaciones A x C.

La  $D^2$  no demostró diferencias significativas entre varias combinaciones de ambientes año por ciclo. La magnitud de esta situación no se observó en otras combinaciones (Tabla II-18). El fenograma clasificó las combinaciones A x C en tres grupos principales (Figura II-7). Se observó que la variación entre años fue mayor que la variabilidad entre ciclos, con la excepción del ambiente 95-C2 cuyo comportamiento se pareció más al ambiente 99-C3 que a los ciclos 1 y 3 de ese mismo año ( $p < 0.05$ ).

La variable de mayor peso sobre la primera función canónica fue el porcentaje de PROT y GH (Tabla II-20 ). Para la segunda función el mayor peso lo tuvo la variable GE/C y, para la tercera fue el FN. La primera función canónica separó a los dos últimos años 1999-00 y 2000-01 del resto de los años debido a que tuvieron bajos valores de PROT pero valores intermedios a elevados de GH, que no conciben con la asociación positiva que frecuentemente existe entre estos parámetros . La función canónica 2 permitió discriminar con valores elevados de GE/C, los años 95 y 96, quedando el año 97 y 98 en la posición contraria. La función canónica 3 separó sobre su coordenada negativa a los tres ciclos del año 1997-98 y del año 2000-01 y los ciclos 1 y 3 del año 1994-95, debido a que la variable FN tuvo los menores valores en dichos ambientes (Figura II-8). Altos valores se presentaron en los años 96 y 97. El C2 del 95 se acercó más al comportamiento del C3 del 99 ambos cercanos a la media y asociados en el Fenograma. Las funciones discriminantes 2 y 4 separaron los ciclos dentro de un mismo año (Figura II-8 y II-9). Esta tendencia señalaría a las variables GE/C y W como las variables que responden a factores microambientales. Contrariamente las variables PROT, PH y GH son variables altamente condicionadas por factores macroambientales.

Tabla II-14 : ANVA. Prueba univariada. Valor de F y su probabilidad.

	F	P
PROT	8.32	<.0001
PH	10.25	<.0001
GH	5.86	<.0001
FN	21.75	<.0001
GE/C	16.62	<.0001
W	7.47	<.0001
V	3.13	<.0001

Tabla II-15: Test multivariado. Procedimiento de stepwise para selección de variables. R cuadrados parciales, F y sus probabilidades.

VARIABLE	R2	F	P
FN	0.2879	21.75	<.0001
GE/C	0.2356	16.57	<.0001
PH	0.224	15.5	<.0001

---

PROT	0.1951	13	<.0001
GH	0.2134	14.54	<.0001
W	0.158	10.05	<.0001
V	0.0727	4.19	<.0001

---

Tabla II-16: Medias y desvíos estándar para todas las variables por A x C.

AXC		PROT	PH	G.H.	FN	GE/C	W	V
95-C1	MEDIA	12.95	78.3 0	28.4 1	346.3 2	121.0 6	297.1 6	526.2 5
	DESV. STD	1.62	1.94	5.01	64.21	10.90	95.01	72.51
95-C2	MEDIA	13.64	78.5 4	30.6 1	377.2 5	117.8 5	324.1 0	564.8 2
	DESV. STD	1.31	3.38	4.20	57.21	13.26	79.89	52.69
95-C3	MEDIA	13.23	78.0 2	29.3 1	344.6 1	121.6 6	298.8 0	564.9 8
	DESV. STD	1.68	2.99	5.22	58.16	15.06	70.71	55.17
96-C1	MEDIA	13.69	80.4 1	32.5 4	392.2 4	119.6 4	342.4 8	579.0 4
	DESV. STD	1.41	1.44	4.44	36.44	12.72	87.38	58.33
96-C2	MEDIA	13.68	79.8 0	32.1 4	394.9 0	118.7 2	336.9 3	558.2 9
	DESV. STD	1.17	2.02	2.85	31.62	13.91	66.87	77.45
96-C3	MEDIA	14.03	79.3 2	33.0 6	395.9 2	123.0 6	341.9 0	555.4 9
	DESV. STD	1.30	2.19	3.01	39.49	13.84	59.46	76.59
97-C1	MEDIA	13.39	80.9 0	31.0 9	405.1 4	102.3 2	294.3 8	568.8 3
	DESV. STD	1.13	1.22	4.73	39.35	8.50	61.04	83.67
97-C2	MEDIA	13.21	80.5 2	30.7 9	399.3 3	103.9 1	315.4 2	555.6 7
	DESV. STD	0.66	1.76	4.41	49.99	7.27	57.02	77.02
97-C3	MEDIA	13.91	79.0 7	32.4 7	433.1 1	103.7 1	280.2 2	551.8 0
	DESV. STD	1.52	1.69	5.33	49.15	13.52	58.79	55.09
98-C1	MEDIA	12.34	78.4 1	28.6 0	344.8 0	103.4 8	278.3 3	568.4 9
	DESV. STD	1.80	2.78	4.61	54.54	11.51	61.16	74.24
98-C2	MEDIA	13.02	77.4 1	29.2 2	347.3 2	103.0 1	314.3 6	562.4 6
	DESV. STD	1.86	3.52	5.15	61.09	10.80	82.44	71.90
98-C3	MEDIA	12.87	78.3 7	30.1 0	335.9 1	107.8 4	280.8 9	600.2 3
	DESV. STD	1.81	3.35	4.83	52.12	14.16	67.05	80.37
99-C1	MEDIA	13.22	79.4 1	28.6 7	384.5 5	109.8 9	319.7 0	565.5 5
	DESV.	0.84	1.65	3.03	37.88	10.40	65.50	47.85

---

	STD							
99-C2	MEDIA	13.38	79.6	29.4	388.0	109.7	331.8	567.1
			6	1	4	1	9	1
	DESV.	0.78	1.68	2.80	41.34	9.40	65.98	51.65
	STD							
99-C3	MEDIA	13.20	79.5	30.0	390.8	116.4	303.1	573.2
			8	7	3	3	1	1
	DESV.	0.68	1.79	2.76	31.99	12.41	59.02	45.54
	STD							
00-C1	MEDIA	12.70	78.7	30.7	443.0	107.5	360.9	569.3
			4	1	5	4	4	0
	DESV.	0.95	2.11	3.47	46.48	10.82	72.00	63.91
	STD							
00-C2	MEDIA	12.86	77.9	31.1	433.0	107.7	365.5	595.0
			0	6	8	2	7	5
	DESV.	0.94	2.60	3.36	59.27	10.26	66.31	60.70
	STD							
00-C3	MEDIA	13.08	78.0	31.6	433.8	117.3	333.2	564.7
			8	9	3	8	7	3
	DESV.	0.66	2.30	2.49	43.86	14.06	72.93	52.24
	STD							
01-C1	MEDIA	12.40	76.4	30.1	373.4	111.7	313.2	579.3
			4	1	0	3	5	1
	DESV.	0.91	2.19	3.55	77.79	10.66	61.54	69.88
	STD							
01-C2	MEDIA	12.31	76.3	29.3	380.5	113.5	315.8	594.8
			8	8	2	9	3	3
	DESV.	0.88	3.15	3.63	72.49	11.31	56.82	76.15
	STD							
01-C3	MEDIA	12.42	77.5	29.9	396.7	125.2	281.2	576.3
			5	2	0	8	5	6
	DESV.	0.83	1.70	3.11	63.07	12.78	75.40	62.02
	STD							

---

Tabla II-17: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad.

Comparaciones entre ambientes A x C.

AXC	95-C1	95-C2	95-C3	96-C1	96-C2	96-C3	97-C1	97-C2	97-C3	98-C1	98-C2
95-C1	0	0.96**	0.46n s	3.38**	2.31**	2.5**	7.39**	5.67**	6.39**	4.68**	2.97**
95-C2		0	0.67**	1.4**	0.77**	1.01**	4.74**	3.69**	3.51**	4.59**	2.85**
95-C3			0	2.79**	2.14**	2.16**	7.29**	6.01**	6.18**	4.69**	3.28**
96-C1				0	0.23n s	0.84*	3.52**	2.67**	3.62**	5.01**	4.7**
96-C2					0	0.42n s	3.72**	2.63**	3.05**	4.87**	3.96**
96-C3						0	6.25**	5.03**	4.32**	7.42**	5.87**
97-C1							0	0.45n s	1.7**	3.87**	4.51**
97-C2								0	2.14**	2.63**	2.86**
97-C3									0	5.92**	5.4**
98-C1										0	0.99*
98-C2											0
98-C3											
99-C1											
99-C2											
99-C3											
00-C1											
00-C2											
00-C3											
01-C1											
01-C2											
01-C3											

AXC	98-C3	99-C1	99-C2	99-C3	00-C1	00-C2	00-C3	01-C1	01-C2	01-C3
95-C1	4.09**	2.67**	2.93**	2.14**	8.16**	8.20**	5.07**	5.72**	5.90**	4.87**
95-C2	3.43**	1.39**	1.39**	0.65*	5.87**	5.78**	3.21**	5.49**	5.40**	4.28**
95-C3	3.16**	2.80**	3.07**	1.64**	8.40**	7.86**	4.72**	5.28**	5.15**	3.81**

96-C1	3.55**	2.79**	2.31**	0.90**	4.89**	5.08**	2.92**	6.07**	6.31**	4.66**
96-C2	3.81**	2.25**	1.88**	0.72**	4.50**	4.82**	2.36**	5.58**	5.86**	4.29**
96-C3	5.68**	3.86**	3.49**	1.66**	6.45**	6.54**	2.74**	6.72**	6.93**	4.19**
97-C1	4.03**	2.24**	1.94**	2.56**	5.87**	6.95**	7.16**	9.97**	10.39**	10.78**
97-C2	3.27**	1.64**	1.28ns	2.08**	3.83**	4.86**	5.37**	7.39**	7.96**	9.12**
97-C3	5.63**	2.80**	2.65**	2.24**	5.64**	6.44**	4.70**	9.12**	9.32**	8.11**
98-C1	0.75**	3.27**	3.38**	3.39**	4.85**	4.77**	6.02**	3.34**	3.90**	6.75**
98-C2	1.72**	1.94**	2.05**	3.02**	4.79**	4.64**	5.54**	3.68**	4.12**	7.27**
98-C3	0	3.33**	3.41**	2.43**	6.23**	5.61**	5.73**	3.61**	3.95**	5.40**
99-C1		0	0.07ns	1.06**	5.28**	5.77**	5.28**	7.25**	7.09**	7.76**
99-C2			0	1.04**	4.86**	5.42**	5.04**	7.29**	7.24**	7.95**
99-C3				0	4.64**	4.79**	2.85**	5.32**	5.17**	3.94**
00-C1					0	0.31ns	1.83**	3.28**	3.36**	5.75**
00-C2						0	1.64**	2.25**	2.15**	4.79**
00-C3							0	2.54**	2.44**	1.74**
01-C1								0	0.20ns	2.43**
01-C2									0	2.04**
01-C3										0

Tabla II-18: Proporción de valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	PORCENTAJE ACUMULATIVO	VALOR PROPIO
1	0.3782	37,82	< 0.0001
2	0.2508	62,91	< 0.0001
3	0.2165	84,56	< 0.0001
4	0.0755	92,11	<0 .0001
5	0.0431	96,41	<0 .0001
6	0.0223	98,65	<0.0001
7	1	97,47	Ns

Tabla II-19: Estructura canónica para AMBIENTES (A X C)

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4
PROT	-0.71	0.17	0.54	0.07
PH	-0.69	-0.28	0.49	0.20
GH	0.06	0.12	0.71	0.45
FN	0.37	-0.16	0.90	0.00
GE/C	-0.05	0.96	0.14	0.01
W	0.26	-0.04	0.63	-0.49
V	0.42	-0.24	-0.32	0.38

Tabla II-20: Estructura canónica total estandarizada para AMBIENTES (A X C)

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4
PROT	-1.89	0.32	0.41	-0.50
PH	-0.75	-0.56	0.24	0.42
GH	1.24	0.12	0.02	1.12
FN	0.31	-0.07	0.95	-0.01
GE/C	0.06	1.25	0.16	0.11
W	0.47	-0.18	0.09	-0.90
V	0.15	-0.15	-0.20	0.48



Figura II-7: Análisis de Clusters. Fenograma de AMBIENTES (A X C) construido utilizando la varianza mínima de WARD.

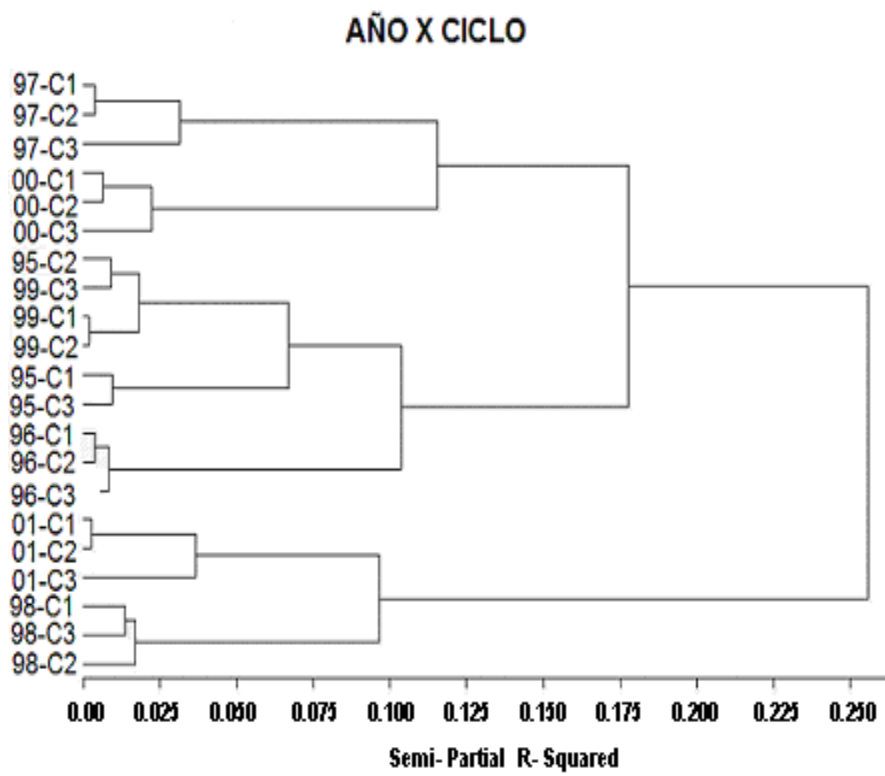
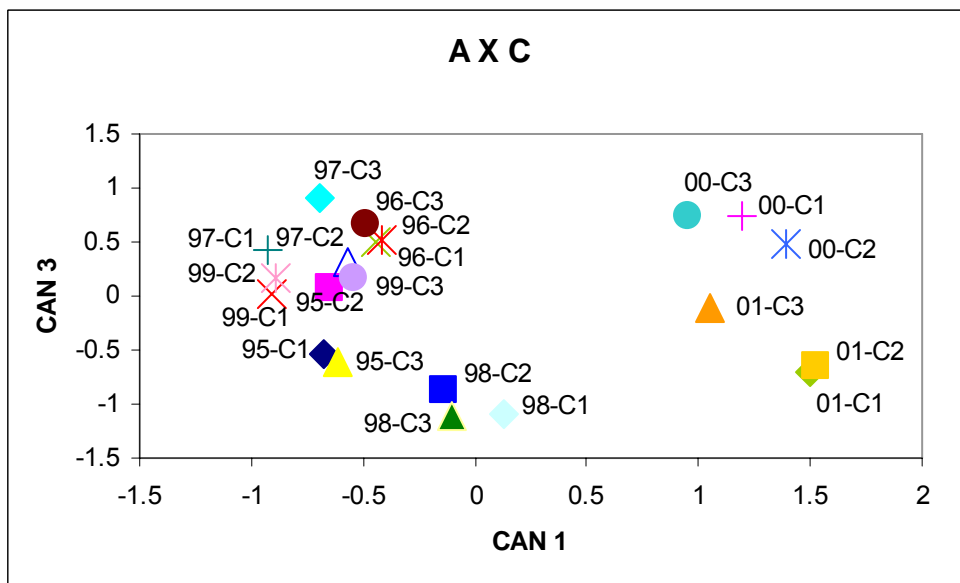
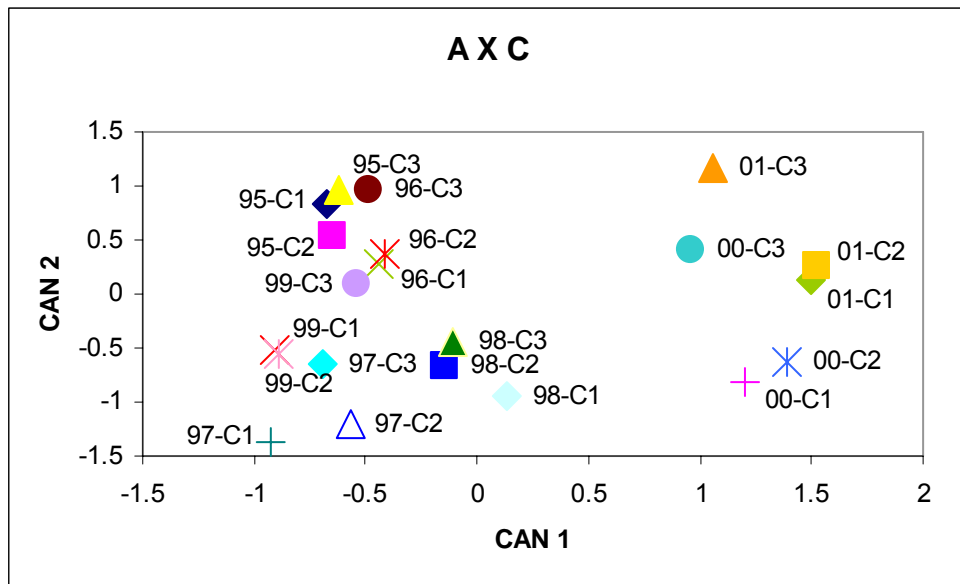
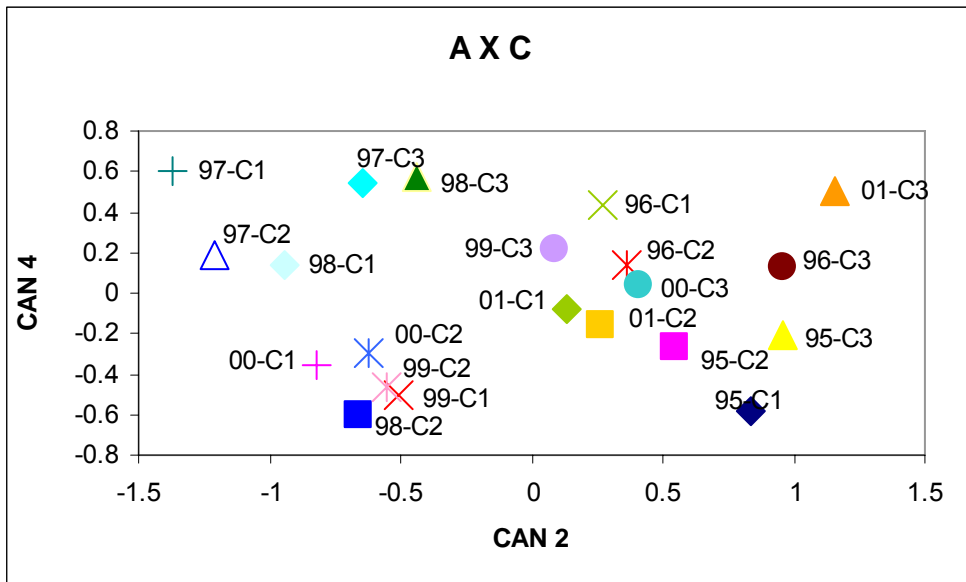


Figura II-8: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para AMBIENTES (A X C). a)

Función discriminante canónica 1 (CAN 1), 2 (CAN 2), 3 (CAN 3) y 4 (CAN 4).





### III. ANÁLISIS DE GRUPOS DE CALIDAD

El análisis univariado y multivariado de stepwise permitió seleccionar las variables que más contribuyeron a separar grupos de calidad. El test univariado no mostró diferencias significativas para las variables PROT y GH (Tabla III-1). Sin embargo el procedimiento de paso a paso eliminó a la variable PROT pero incluyó dentro de este modelo a la variable GH (Tabla III-2). Debido a que dicha técnica elimina las variables que no son relevantes o bien son redundantes con la información que aporta alguna otra variable ya incluida en el modelo, se decidió eliminar la variable PROT del análisis discriminante de grupos y del análisis de cluster. Si bien este asocia el grupo 2 con 3, las distancias cuadráticas son significativas para mantener la individualidad que se visualiza asimismo sobre las canónicas 1 y 2.

Cuanto mayor sea el  $R^2$  mayor será la determinación que tendrá sobre el comportamiento de los grupos.

La tabla III- 3 muestra las medias y desvíos estándar de los grupos de calidad.

El Lambda de Wilks fue significativo ( $\lambda = 0,63$ ;  $F_{12,1246} = 27,04 < 0,0001$ ). Por lo tanto, los 3 grupos se diferenciaron significativamente entre sí. Sin embargo, el grupo 1 fue el que más se alejó (Tabla III-4). El análisis de cluster resolvió los grupos de la misma forma que lo hizo la distancia de Mahalanobis (Figura III-1).

La primera función discriminante explicó el 91 % de la variación entre grupos de calidad indicando ser el eje de mayor importancia en dicha separación (Tabla III-5).

Las variables con mayor peso para discriminar los grupos de calidad sobre la primera función canónica fueron FN y W (Tabla III-6). La segunda función discriminante, con sólo el 0.95%, no alcanza a diferenciar los grupos, cualesquiera fueran las variables consideradas.

Las variables estandarizadas no dependen de las unidades de medida, lo cual facilita su comparación (Tabla III-7). El coeficiente con mayor magnitud, en las variables estandarizadas, fue el de W, por lo que demostró ser la variable de mayor importancia en el cálculo de la función discriminante 1. En esta siguieron en orden de importancia GH y G/GE. Sin embargo, esta última variable no discriminó eficientemente los grupos sobre el eje determinado por la

segunda función. Según lo esperado, el orden de importancia de las variables obtenido en el análisis univariado y multivariado coincidió con la ponderación previamente utilizada para clasificar las variedades en los grupos pre-existentes. Sin embargo, aunque V es una variable que tiene un alto valor de ponderación en la clasificación de los grupos de calidad determinada por el INASE, no fue seleccionada ni por el Stepwise ni por el ADC como la de mayor peso.

Los grupos 1 y 3 tuvieron comportamientos extremos siendo el grupo 1 el que alcanzó los mayores valores para las variables W, FN y PH, mientras que el grupo 3 tuvo los menores valores (Figura III-2 y III-3). El grupo 2 tuvo un comportamiento intermedio para dichas variables.

Tabla III-1: ANVA. Prueba univariada. Valor de F y su probabilidad.

	F	P
PROT	1.41	< 0,24
PH	11.55	< 0,0001
GH	0.27	< 0,76
FN	10.44	< 0,0001
G/EC	14.06	< 0,0001
W	110.34	< 0,0001
V	14.59	< 0,0001

Tabla III-2 : Test multivariado. Procedimiento de stepwise para selección de variables. R cuadrados parciales, F y sus probabilidades.

	R2	F	P
W	0.26	110.34	< 0,0001
G/EG	0.0523	17.28	< 0,0001
GH	0.0635	21.23	0,0017
PH	0.0202	6.43	0,0142
V	0.0135	4.28	0,0717
FN	0.0084	2.65	< 0,0001

Tabla III-3: Medias y desvíos estándar para todas las variables por grupo de calidad.

GRUPOS		PROT.	PH	G.H.	FN	GE/C	W	V
Grupo 1	MEDIA	13.16	78.94	30.31	407.24	109.68	371.94	589.49
	DSTD	1.09	2.34	3.92	60.90	11.02	65.03	68.47
Grupo 2	MEDIA	12.98	78.85	30.53	388.33	116.74	311.65	574.83
	DSTD	1.22	2.51	3.78	62.46	15.56	62.83	58.02
Grupo 3	MEDIA	12.95	77.78	30.30	376.01	113.16	266.28	552.29
	DSTD	1.36	2.79	3.90	59.77	12.43	63.60	64.03

Tabla III-4: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad.

Comparaciones entre GRUPOS DE CALIDAD.

GRUPO	1	2	3
1	0	1.72 < 0,0001	3.97 < 0,0001
2		0	0.78 < 0,0001
3			0

Tabla III-5: Proporción de valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función

COMPONENTE	VALOR PROPIO	PORCENTAJE ACUMULATIVO
1	0.4647	91,25 < 0.0001
2	0.0875	0,95 < 0.0001

Tabla III-6: Estructura canónica entre grupos de calidad.

Variable	Can1	Can2
PH	0.76	0.65
GH	-0.10	0.99
FN	1.00	0.04
G/EC	-0.56	0.83
W	1.00	0.08
V	0.95	0.32

Tabla III-7: Estructura canónica total estandarizada para grupos de calidad

Variable	Can1	Can2
PH	0.20	0.49
GH	-0.49	0.30
FN	0.17	-0.04
G/EC	-0.42	0.77
W	1.12	-0.09
V	0.18	0.38

Figura III-1: Análisis de Clusters. Fenograma de grupos de calidad construido utilizando la varianza mínima de WARD.

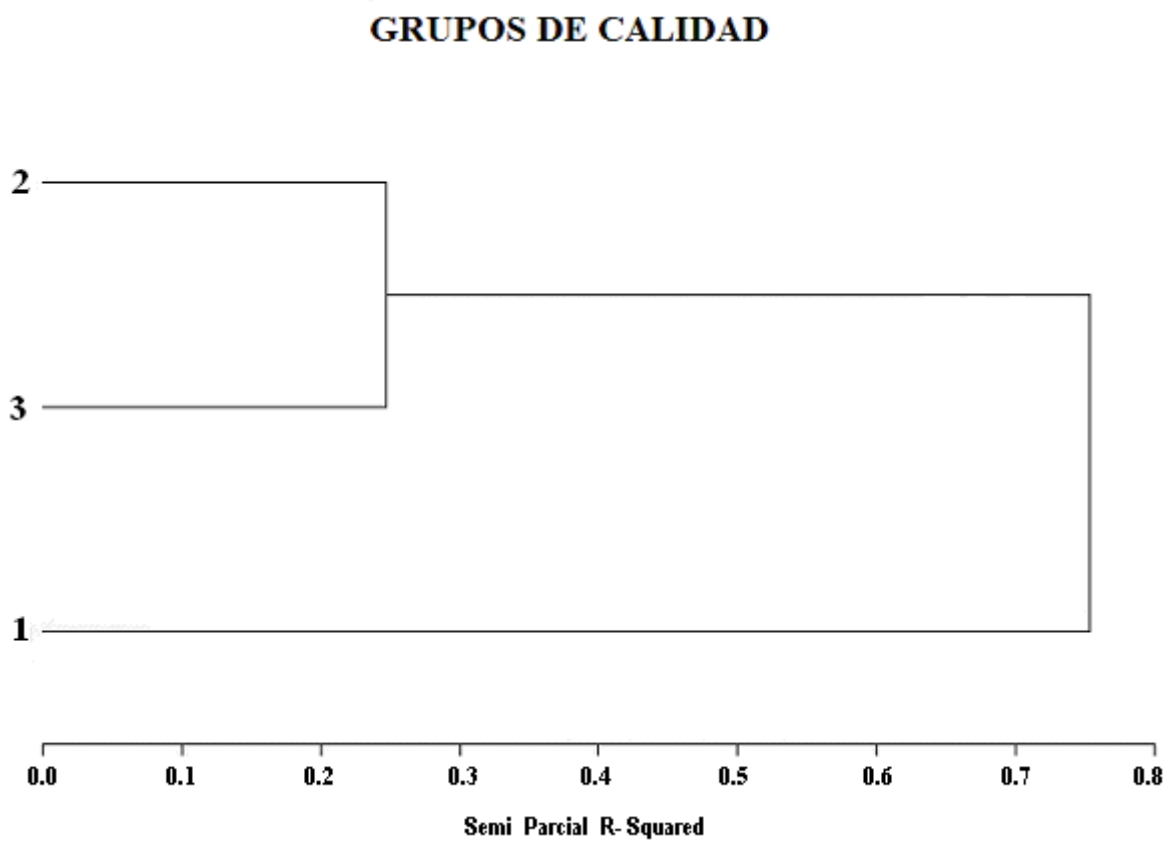


Figura III-2: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para grupos de calidad. a)

Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2).

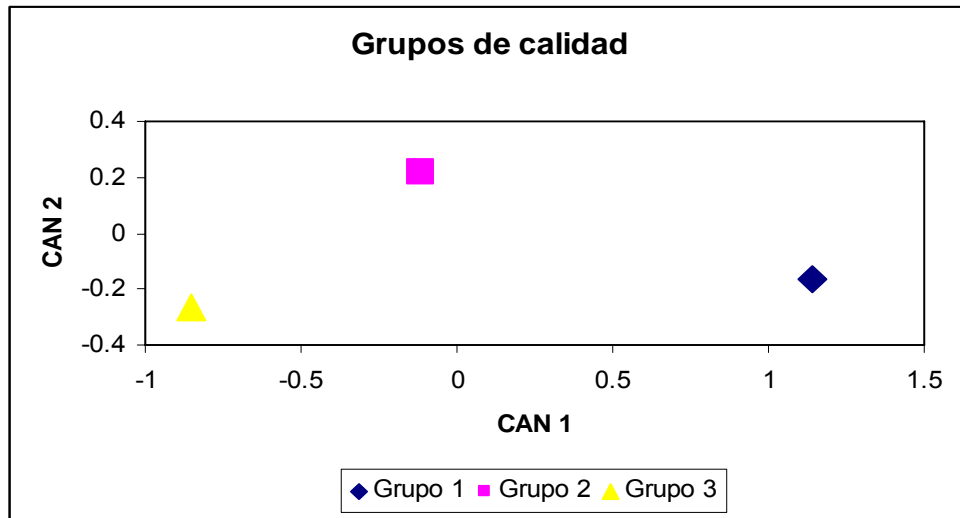
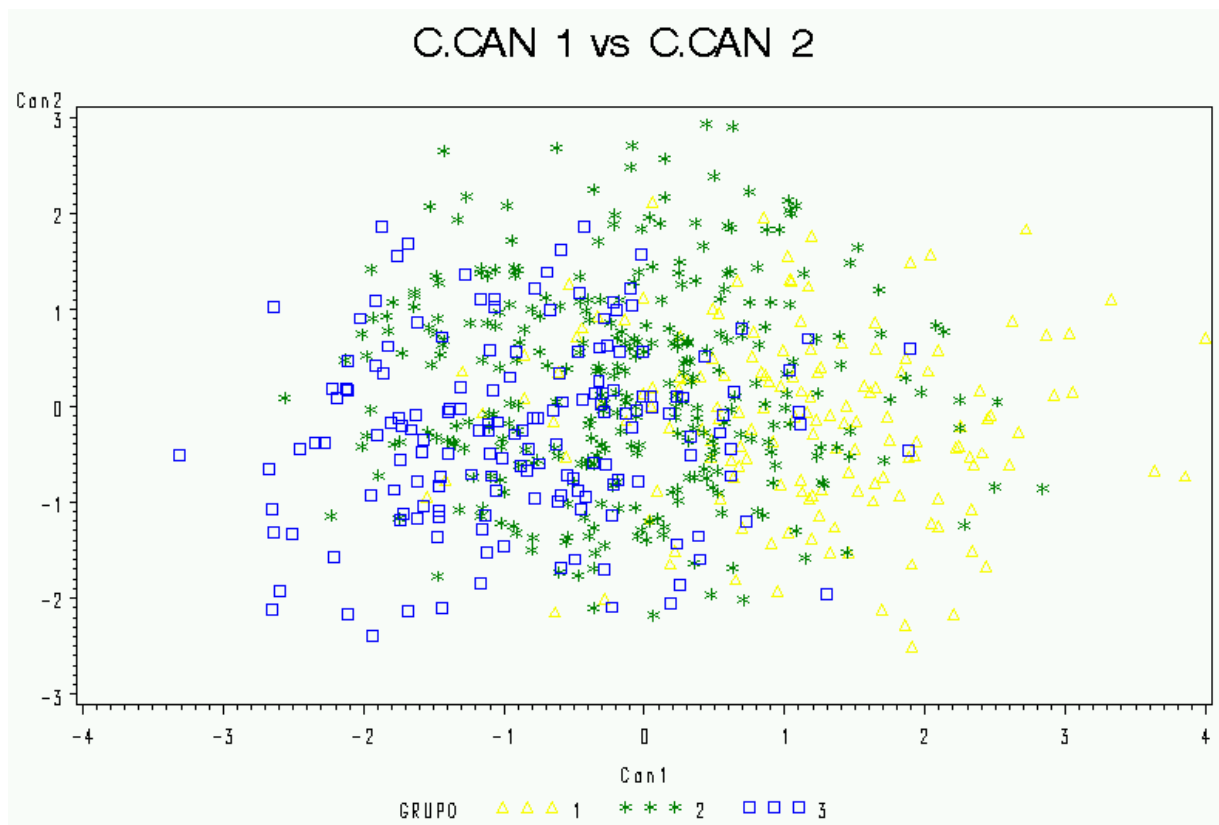


Figura III-3: Análisis discriminante canónico para grupos de calidad. Clasificación de genotipos

a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2).





#### IV- ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN GENOTIPO X AMBIENTE. MÉTODO AMMI.

##### *IV. 1- Variable PROT (Tabla 1 y Figura 1)*

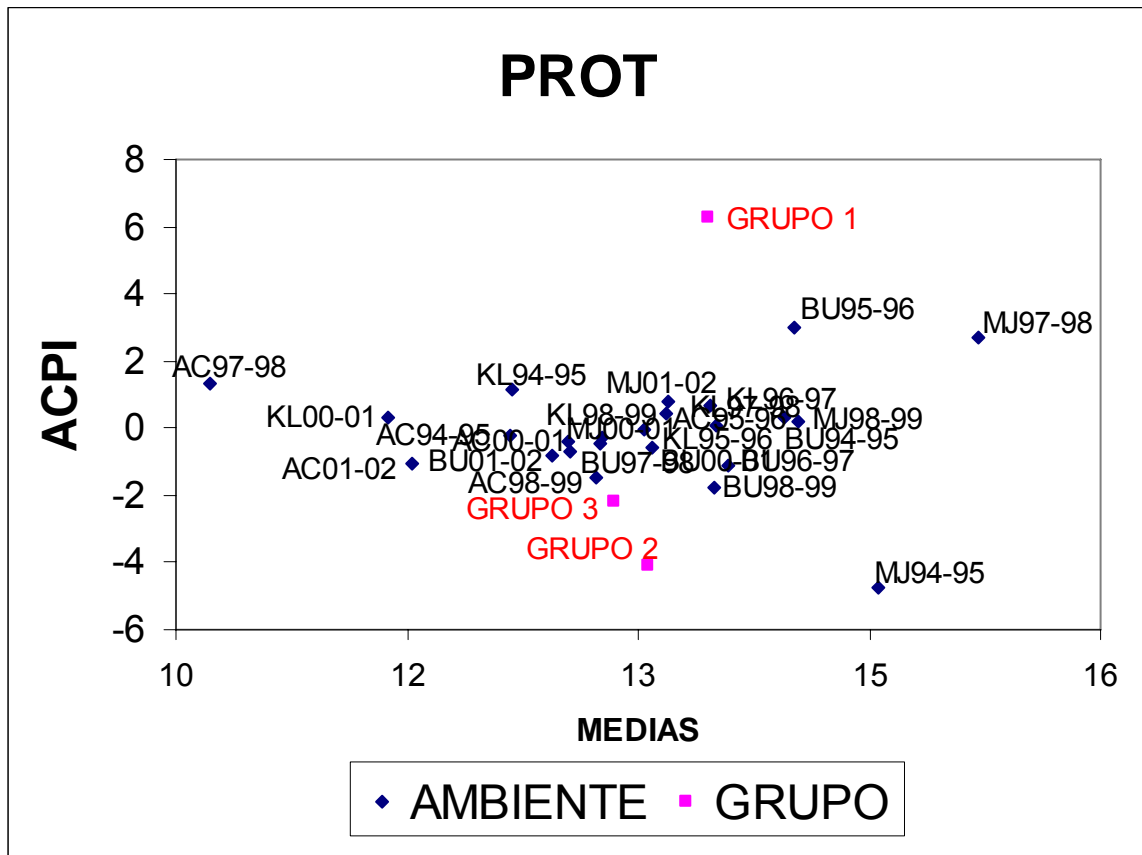
Los efectos aditivos estuvieron principalmente dominados por el efecto ambiental y tal como lo indicó el análisis univariados el efecto de grupo no fue significativo para porcentaje de proteína. Sin embargo, tuvo un aporte a la interacción G x A, especialmente el grupo 1. Dicho grupo alcanzó los valores más altos de PROT en los ambientes BU95-96 y MJ97-98 a los cuales estaría asociado.

Si bien el porcentaje de proteínas depende de factores macroambientales (año), en estos ensayos se ha verificado que la localidad MJ, presentó valores iguales o superiores al promedio en casi todos los años. La localidad de Buck presentó valores similares al promedio. Los ambientes MJ y AC tuvieron comportamientos antagónicos para el año 97-98.

Tabla IV-1: Variable PROT. Medias de interacción L X A par cada grupo de calidad.

PROT				
AXL	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	MEDIA
BU94-95	14.3250	13.8800	13.6500	13.9517
BU95-96	14.8000	13.9000	13.3400	14.0133
BU96-97	12.7500	12.2143	12.6800	12.5481
BU97-98	13.0333	12.8091	12.4143	12.7522
BU98-99	13.5889	13.6357	13.2571	13.4939
BU00-01	13.3538	13.1143	12.8200	13.0960
BU01-02	12.6300	12.3400	12.3375	12.4358
KL94-95	12.7000	12.1200	11.7400	12.1867
KL95-96	13.4000	13.1571	12.5600	13.0390
KL96-97	13.9000	13.3875	13.1250	13.4708
KL97-98	13.7667	13.0909	13.6429	13.5001
KL98-99	13.0556	12.7067	12.5429	12.7684
KL00-01	12.4714	12.1333	11.9000	12.1683
MJ94-95	14.3000	15.2125	14.1700	14.5608
MJ95-96	17.1000	16.1800	15.8600	16.3800
MJ97-98	15.9000	14.8545	14.8857	15.2134
MJ98-99	14.4000	13.9714	13.7429	14.0381
MJ00-01	13.7357	13.5500	13.4500	13.5786
MJ01-02	13.5583	13.0421	12.9429	13.1811
AC94-95	11.7500	11.2800	11.1000	11.3767
AC95-96	13.6333	13.0364	12.9333	13.2010
AC97-98	10.7750	10.1900	9.7167	10.2272
AC98-99	12.8300	12.7000	12.6571	12.7290
AC00-01	12.7769	12.5150	12.3833	12.5584
AC01-02	11.7091	11.5737	11.3000	11.5276

Figura IV-1: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada el ACPI para PROT. Porcentaje de traza = 60,32.



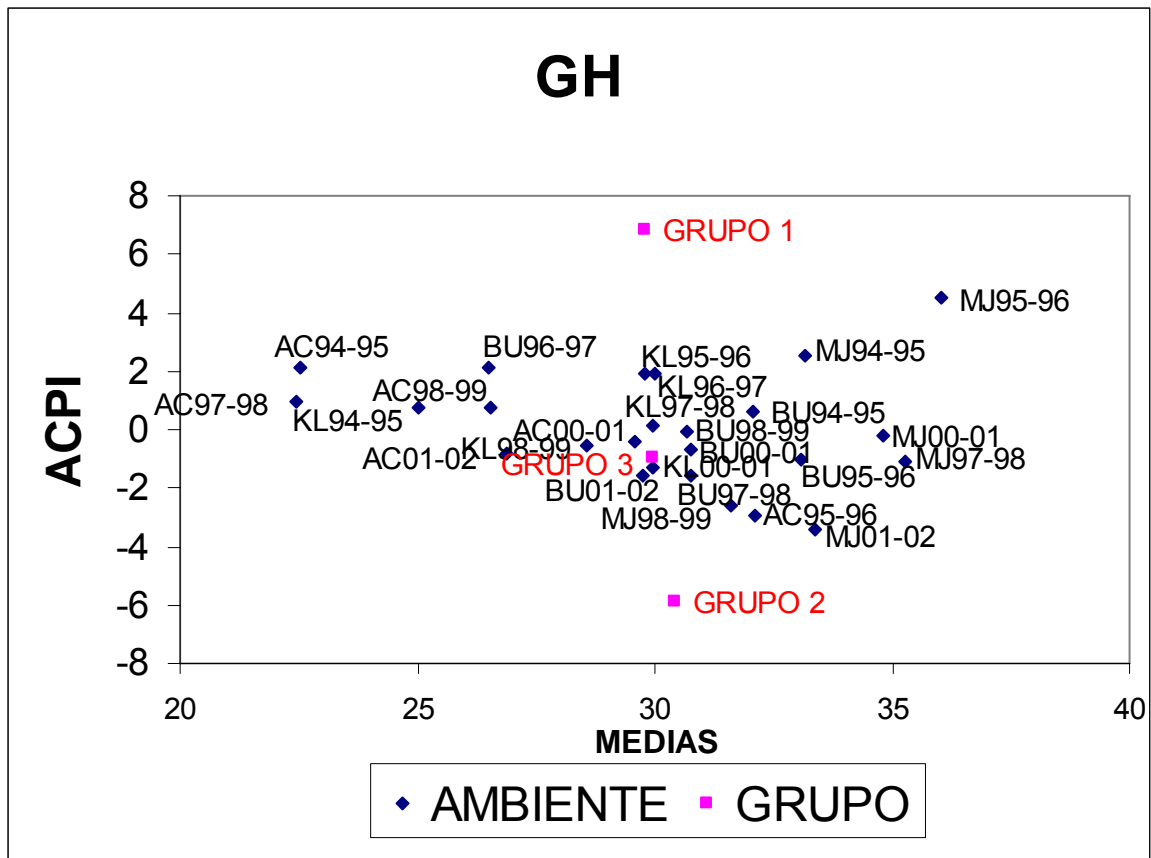
#### IV. 2- Variable GH (Tabla 2 y Figura 2)

Las técnicas uni y multivariadas no detectaron diferencias entre grupos de calidad. Sin embargo, el AMMI detectó que los grupos 1 y 2 fueron los que más aportaron a la interacción G x A. El grupo 3 fue el más estable para la variable GH. Los ambientes fueron los que más se dispersaron sobre el eje de las abscisas indicando grandes efectos principales para dicha fuente de variación. La localidad de MJ, sin importar el año, presentó los mayores promedios ambientales siendo MJ95-96 y MJ 01-02 los ambientes que alcanzaron valores extremos sobre la ordenada ACPI. El ambiente MJ95-96 aportó en forma positiva a la interacción y tuvo los valores promedios más altos de GH, como consecuencia, los tres grupos de calidad alcanzaron en dicho ambiente los promedios más altos.

Tabla IV-2: Variable GH. Medias de interacción L X A par cada grupo de calidad.

GH				
AXL	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	MEDIA
BU94-95	31.4750	32.6000	32.1200	32.0650
BU95-96	33.2500	33.0000	33.0200	33.0900
BU96-97	25.0500	27.3857	27.1000	26.5119
BU97-98	31.3333	30.7091	30.2714	30.7713
BU98-99	30.5111	31.1286	30.3429	30.6608
BU00-01	30.7462	30.7429	30.7600	30.7497
BU01-02	29.9900	29.1750	30.1250	29.7633
KL94-95	24.1000	25.2600	25.6400	25.0000
KL95-96	29.1000	31.5429	29.3200	29.9876
KL96-97	28.7000	31.0250	29.6000	29.7750
KL97-98	29.3333	29.9727	30.5714	29.9592
KL98-99	28.6556	28.9067	28.1714	28.5779
KL00-01	30.4714	30.0833	29.2667	29.9405
MJ94-95	31.8000	34.6375	33.1100	33.1825
MJ95-96	33.9000	38.5400	35.7200	36.0533
MJ97-98	35.2000	34.7000	35.8857	35.2619
MJ98-99	32.5571	30.9571	31.3143	31.6095
MJ00-01	34.5571	35.0111	34.8000	34.7894
MJ01-02	34.9083	32.7211	32.5286	33.3860
AC94-95	21.1000	23.5000	23.0400	22.5467
AC95-96	33.2667	31.4455	31.6000	32.1040
AC97-98	21.8750	23.4000	22.1000	22.4583
AC98-99	25.9800	27.3400	26.2714	26.5305
AC00-01	29.4077	29.6250	29.7333	29.5887
AC01-02	27.0727	27.0474	26.5625	26.8942

Figura IV-2: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada el ACPI para GH. Porcentaje de traza = 82, 58.



IV. 3-

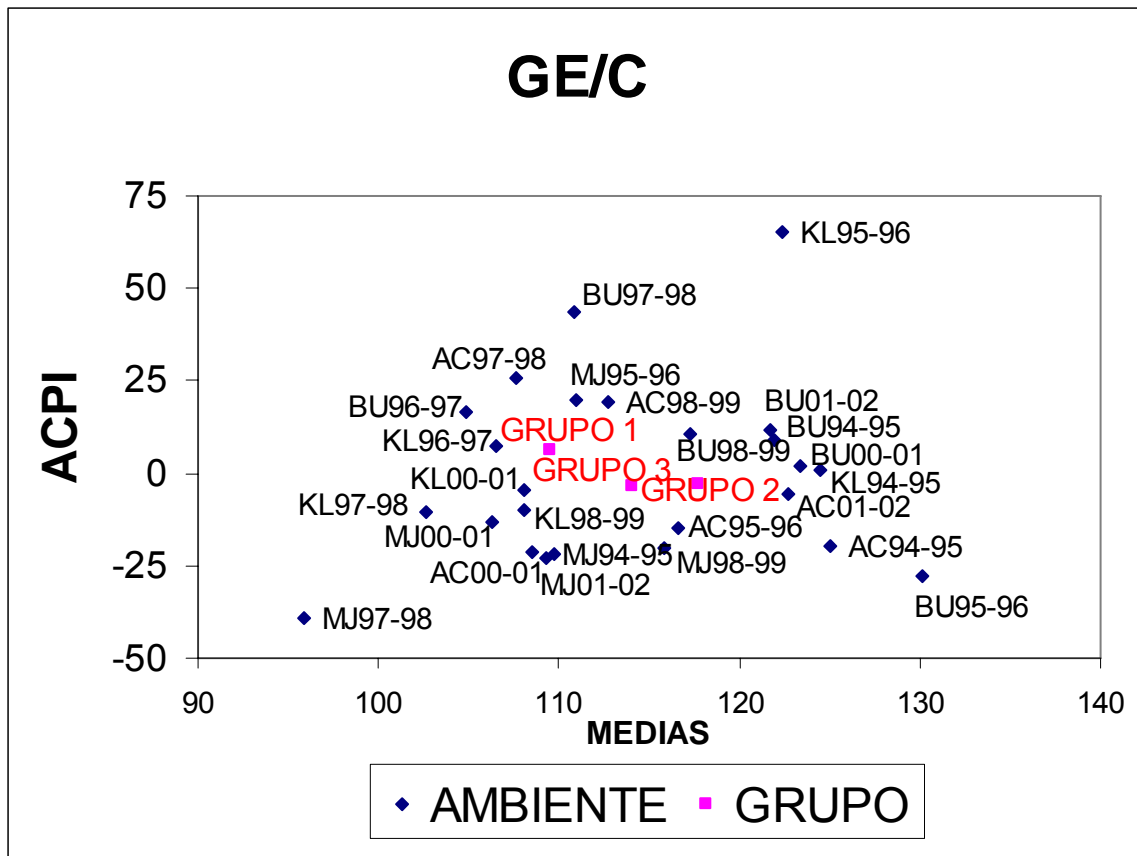
*Variable GE/C (Tabla 3 y Figura 3)*

Los tres grupos de calidad presentaron un comportamiento similar cuando se consideró la media a lo largo del período del ensayo en las distintas localidades. Los ambientes fueron los que más aportaron a la interacción G X A, cuya variación fue elevada con valores desde 70 a -40. Como consecuencia se puede afirmar que la variación ambiental y el manejo, por su incidencia en el grado de rellenamiento, son más importantes que la variación genética. Asimismo es de destacar que este índice, producto de una relación, presenta la complejidad propia de un cociente. El ambiente MJ97-98 tuvo los menores valores de GE/C para los tres grupos de calidad. En el otro extremo, BU95-96 fue el mejor ambiente debido a que los tres grupos de calidad alcanzaron los mayores promedios. Ambos ambientes extremos, el peor y el mejor, aportaron en forma negativa a la interacción G x A. Es decir dichos tuvieron respuestas inestables de los grupos de calidad en comparación con los demás ambientes.

Tabla IV-3: Variable GE/C. Medias de interacción G X A para cada grupo de calidad.

GE/C	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	MEDIA
AXL				
BU94-95	116.1597	130.1976	119.4368	121.9313
BU95-96	129.8756	134.5794	126.0831	130.1794
BU96-97	97.8610	114.9525	101.6885	104.8340
BU97-98	100.0117	119.7901	112.6396	110.8138
BU98-99	111.3494	122.5777	117.8641	117.2637
BU00-01	118.7071	128.1134	123.1655	123.3287
BU01-02	115.6477	127.8650	121.6885	121.7337
KL94-95	119.8905	130.9133	122.5642	124.4560
KL95-96	108.6735	127.0526	131.3224	122.3495
KL96-97	101.3400	108.2800	110.0050	106.5417
KL97-98	100.0543	102.9423	104.8664	102.6210
KL98-99	105.4729	108.4044	110.4420	108.1064
KL00-01	104.4373	111.9808	107.8674	108.0951
MJ94-95	108.6754	112.2040	108.2636	109.7144
MJ95-96	103.8801	112.8041	116.1080	110.9307
MJ97-98	97.4834	94.8650	95.3795	95.9093
MJ98-99	114.6341	115.6926	117.1551	115.8273
MJ00-01	104.1618	106.1051	108.6535	106.3068
MJ01-02	108.4388	110.9630	108.4035	109.2684
AC94-95	123.5710	130.0123	121.5495	125.0443
AC95-96	114.4427	121.3592	114.0629	116.6216
AC97-98	99.6508	112.2647	111.1298	107.6818
AC98-99	105.5869	118.9831	113.6821	112.7507
AC00-01	107.3575	111.7589	106.5418	108.5527
AC01-02	119.1993	127.8998	121.1485	122.7492

Figura IV-3: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada el ACPI para GE/C. Porcentaje de traza = 61,31.





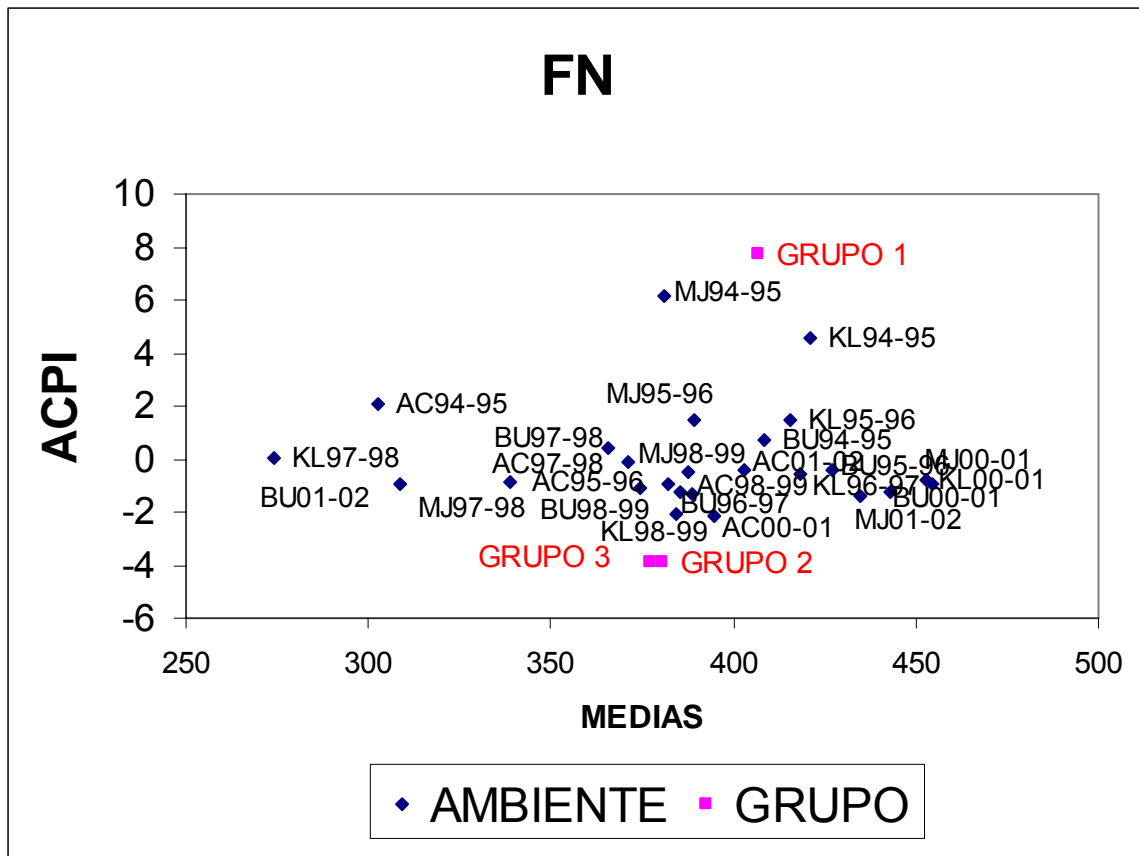
#### *IV. 4- Variable FN (Tabla 4 y Figura 4)*

Los grupos de calidad fueron los que más aportaron a la interacción. Los años tuvieron más peso en la interacción G X A que las localidades, debido a que sobre el eje de las y, que representa la coordenada del ACPI, se separaron los años. La campaña 94-95 se alejó del cero sobre el eje positivo del ACPI (ordenada), señalando a dicho año como uno de los ambientes responsable de la interacción G x A. Cerca del grupo 1 se agruparon los ambientes MJ94-95 y KL94-95, por lo tanto, este fue el grupo en dichos ambientes alcanzó los promedios más altos de FN. Contrariamente BU01-02 y KI97-98 fueron los ambientes en donde dicho grupo alcanzó los menores valores promedios. Los ambientes más estables fueron los que alcanzaron valores de ACPI cercanos de cero y son los que aportaron mínimamente a la interacción. Los años 00-01 se agruparon hacia la derecha de la abscisa por ser los ambientes que presentaron los mayores valores promedios para la variable FN.

Tabla IV-4: Variable FN. Medias de interacción L X A par cada grupo de calidad.

FN				
AXL	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	MEDIA
BU94-95	437.5000	398.6000	389.9000	408.6667
BU95-96	440.0000	415.6667	426.4000	427.3556
BU96-97	386.5000	400.4286	369.4000	385.4429
BU97-98	389.3333	366.9091	340.1429	365.4618
BU98-99	377.8889	376.5000	369.1429	374.5106
BU00-01	444.1538	443.7143	440.4000	442.7560
BU01-02	313.6000	300.4000	311.8750	308.6250
KL94-95	504.0000	376.0000	383.6000	421.2000
KL95-96	455.0000	393.1429	398.0000	415.3810
KL96-97	429.0000	411.0000	414.2500	418.0833
KL97-98	293.0000	263.2727	265.4286	273.9004
KL98-99	373.8889	390.8667	389.0000	384.5852
KL00-01	460.0000	458.1667	445.0000	454.3889
MJ94-95	485.5000	326.5000	331.1000	381.0333
MJ95-96	428.0000	369.4000	369.8000	389.0667
MJ97-98	345.6667	350.7273	320.8571	339.0837
MJ98-99	399.5714	390.0000	373.2857	387.6190
MJ00-01	460.9286	439.2222	458.7500	452.9669
MJ01-02	434.0000	437.7895	432.8571	434.8822
AC94-95	350.5000	299.4000	258.8000	302.9000
AC95-96	387.0000	383.0000	375.6667	381.8889
AC97-98	387.7500	356.6000	368.3333	370.8944
AC98-99	389.5000	385.1333	392.2857	388.9730
AC00-01	383.3077	389.5000	410.8333	394.5470
AC01-02	416.0000	395.3158	397.8750	403.0636

Figura IV-4: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada el ACPI para FN. Porcentaje de traza = 89,78.



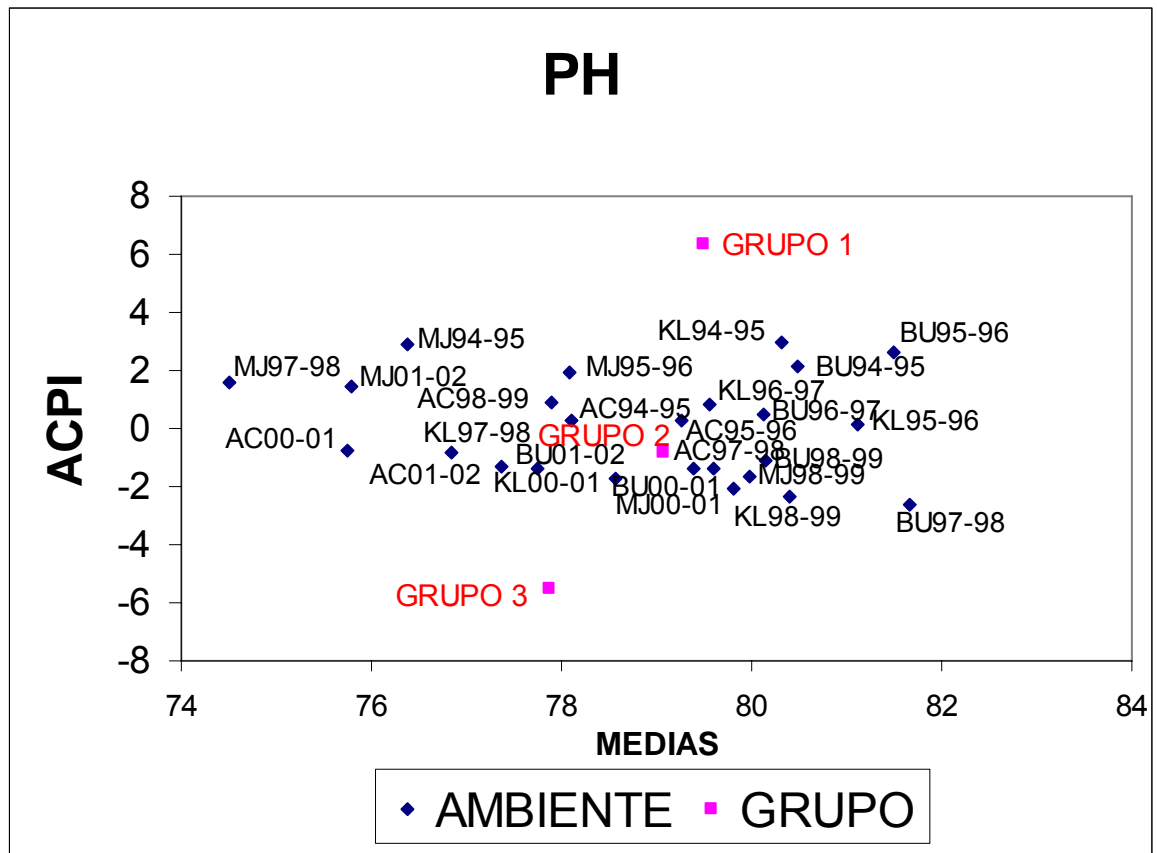
#### *IV. 5- Variable PH (Tabla IV-5 y Figura IV-5)*

La fuente de variación ambiente tuvo mayor peso que la variación genotípica con respecto a los efectos aditivos. En general la localidad BU fue la que alcanzó valores mayores a la media. En el mismo año las localidades MJ y BU tuvieron comportamientos promedios extremos, por ejemplo MJ 97-98 representó el ambiente con promedio más bajo, contrariamente BU97-98 alcanzó valores altos para PH, quedando de manifiesto la influencia regional sobre este parámetro, asociado a mejores condiciones de disponibilidad hídrica y térmica. Los años presentaron mayor variabilidad que los genotipos. Sin embargo, los grupos de calidad aportaron en mayor medida a la interacción G x A. Para la variable PH el grupo 2 fue el más estable. La localidad AC parece ser la más estable a lo largo de los años y el grupo 2 alcanzó en dicha localidad los mejores promedios. El grupo 1 tuvo la mejor performance en los ambiente KL94-95 y BU95-96, mientras que el grupo 3 fue mejor en BU97-98.

Tabla IV-5: Variable PH. Medias de interacción L X A par cada grupo de calidad.

PH				
AXL	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	MEDIA
BU94-95	81.7500	80.8950	78.7900	80.4783
BU95-96	83.0500	81.5167	79.9000	81.4889
BU96-97	80.8000	80.7786	78.8000	80.1262
BU97-98	81.5167	82.0455	81.4071	81.6564
BU98-99	80.4500	80.5571	79.4286	80.1452
BU00-01	79.7269	79.4762	78.9400	79.3810
BU01-02	77.6350	77.7275	76.7625	77.3750
KL94-95	82.1500	79.9600	78.8500	80.3200
KL95-96	81.9500	81.1429	80.2800	81.1243
KL96-97	80.8000	79.1000	78.8000	79.5667
KL97-98	77.1000	77.5591	75.8786	76.8459
KL98-99	80.5000	80.4000	80.3286	80.4095
KL00-01	78.8036	78.6278	78.2583	78.5632
MJ94-95	78.1850	75.9438	74.9780	76.3689
MJ95-96	79.3500	78.3200	76.5800	78.0833
MJ97-98	75.6667	74.7955	73.0714	74.5112
MJ98-99	80.2357	80.0429	79.6500	79.9762
MJ00-01	80.0071	79.7361	79.6875	79.8103
MJ01-02	76.7667	76.3816	74.1929	75.7804
AC94-95	78.5250	79.2500	76.5200	78.0983
AC95-96	79.8500	80.0227	77.9333	79.2687
AC97-98	79.8750	79.8750	79.0500	79.6000
AC98-99	78.8400	78.1800	76.6571	77.8924
AC00-01	76.1769	76.1155	74.9583	75.7503
AC01-02	77.9091	78.3158	77.0375	77.7541

Figura IV-5: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada el ACPI para PH. Porcentaje de traza = 71,13.



IV. 6- Variable W (Tabla IV-6 y Figura IV-6)

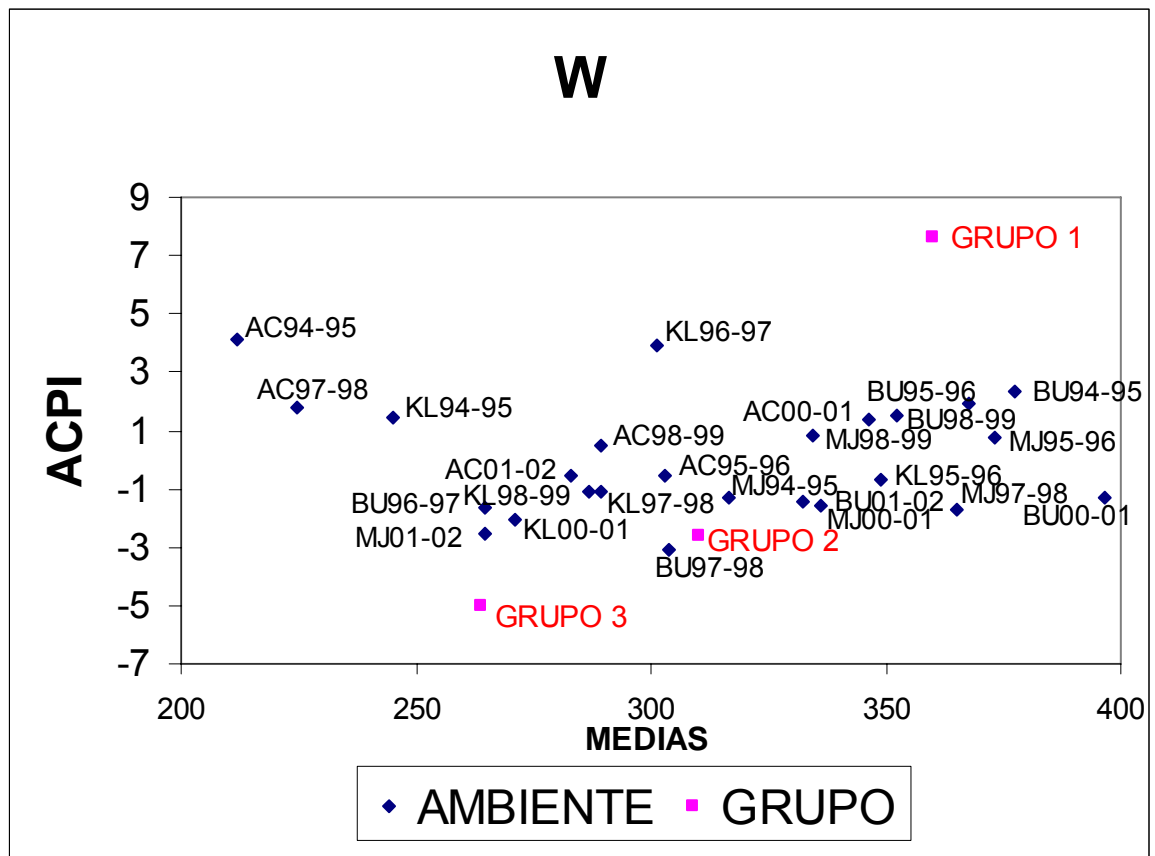
Los efectos aditivos de los grupos de calidad y de los ambientes parecen ser importantes para la variable W. Sin embargo, el efecto ambiental parece ser mayor. El ambiente BU00-01 superó el promedio de los demás ambientes. Opuestamente AC94-95 y AC 97-98 fueron los ambientes con los menores valores medios. Los grupos de calidad fueron los que más contribuyeron a la interacción G X A. El grupo 1 presentó los valores más altos y positivos de ACPI y el grupo 3 altos y negativos. El grupo 2 fue el más estable.

Por lo anteriormente expuesto, la variable cuantitativa que más aportó a la diferenciación entre grupos de calidad fue el trabajo de deformación alveográfica (W).

Tabla IV-6: Variable W. Medias de interacción L X A par cada grupo de calidad.

W				
AXL	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	MEDIA
BU94-95	389.2500	388.0000	355.3000	377.5167
BU95-96	385.5000	376.6667	341.4000	367.8556
BU96-97	341.5000	243.2857	208.8000	264.5286
BU97-98	400.0000	288.4545	222.4286	303.6277
BU98-99	378.0000	330.0000	331.5714	346.5238
BU00-01	464.1538	396.6667	329.0000	396.6068
BU01-02	402.4000	327.4500	267.0000	332.2833
KL94-95	269.0000	262.6000	204.0000	245.2000
KL95-96	406.0000	352.7143	287.8000	348.8381
KL96-97	287.0000	325.2500	291.5000	301.2500
KL97-98	356.3333	278.9091	233.4286	289.5570
KL98-99	353.7778	272.2667	234.4286	286.8243
KL00-01	350.3571	266.9444	195.5000	270.9339
MJ94-95	385.0000	310.0000	254.9000	316.6333
MJ95-96	412.0000	364.0000	344.0000	373.3333
MJ97-98	441.3333	351.0909	302.4286	364.9509
MJ98-99	371.0000	332.6429	299.4286	334.3571
MJ00-01	409.6429	327.3889	272.0000	336.3439
MJ01-02	351.7500	257.3158	185.2857	264.7838
AC94-95	191.0000	254.0000	190.8000	211.9333
AC95-96	356.6667	319.2727	233.5000	303.1465
AC97-98	245.5000	228.3000	200.5000	224.7667
AC98-99	331.4000	287.0667	249.7143	289.3937
AC00-01	378.7692	347.9500	329.6667	352.1286
AC01-02	341.4545	271.2105	236.6250	283.0967

Figura IV-6: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada del ACPI para W. Porcentaje de traza = 89,57.





IV. 7- Variable V (Tabla IV-7 y Figura IV-7)

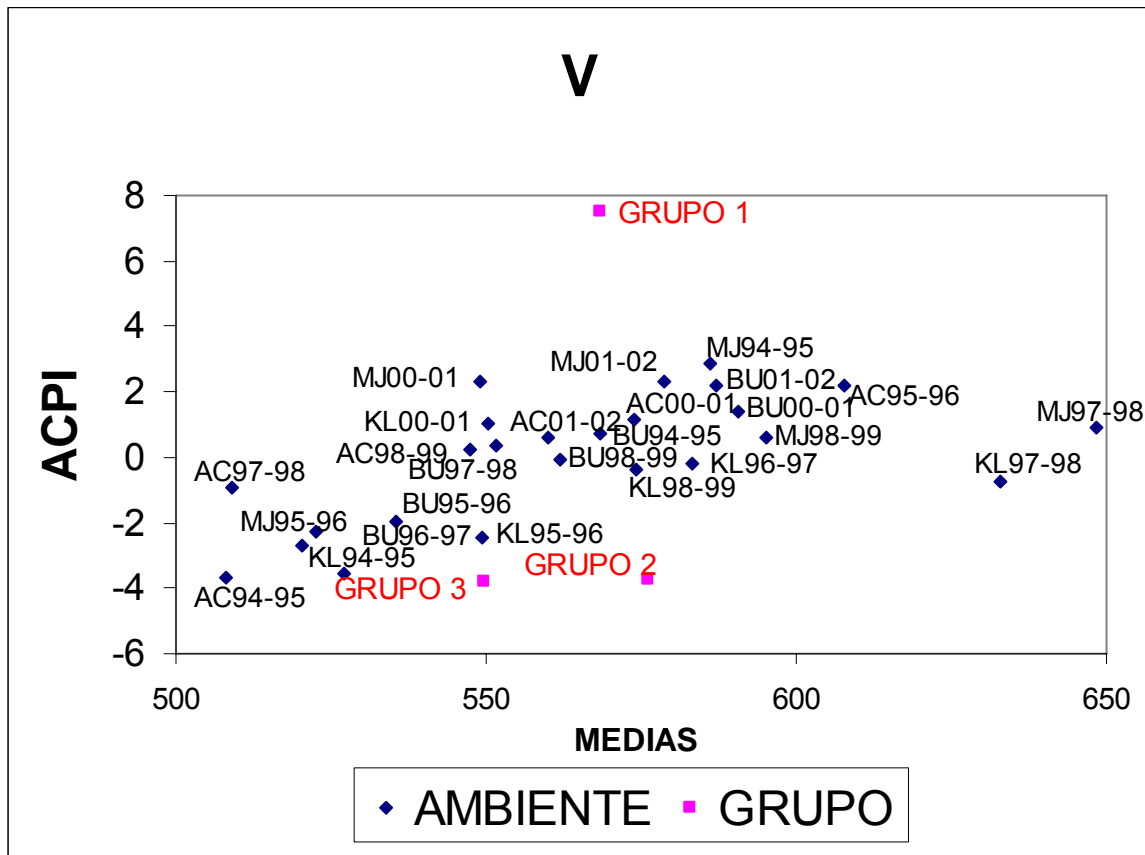
El efecto aditivo ambiente fue el de mayor variación. En la campana 97-98 las regiones con mayores valores de V se adjudicaron a las localidades MJ y KI. El grupo 1 y 2 no se diferenciaron en sus medias pero tuvieron valores de interacción con signos opuestos. Los grupos 2 y 3 se comportaron mejor en los ambientes que se agruparon en el cuadrante inferior izquierdo del biplot pero el grupo 1 tuvo un pésimo comportamiento para la variable V en dichos ambientes.

El porcentaje de traza indica cual es el porcentaje de variabilidad asociada a la interacción G x A que explica el primer eje del componente principal o IACP. Por consiguiente, las variables que presentaron mayor variabilidad para la interacción fueron FN, W y GH.

Tabla IV-7: Variable V. Medias de interacción L X A par cada grupo de calidad.

V				
AXL	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	MEDIA
BU94-95	575.7500	569.7000	534.1000	559.8500
BU95-96	498.0000	578.3333	530.4000	535.5778
BU96-97	479.5000	556.1429	532.4000	522.6810
BU97-98	562.3333	564.6364	527.7143	551.5613
BU98-99	564.2222	562.2143	559.5714	562.0026
BU00-01	623.5385	579.4286	569.4000	590.7890
BU01-02	637.1000	550.3000	573.6250	587.0083
KL94-95	457.0000	583.8000	540.2000	527.0000
KL95-96	501.0000	612.4286	534.2000	549.2095
KL96-97	583.0000	604.6250	562.2500	583.2917
KL97-98	620.6667	613.8182	664.1429	632.8759
KL98-99	569.6667	595.8000	557.0000	574.1556
KL00-01	575.4286	554.4444	521.3333	550.4021
MJ94-95	650.0000	568.6250	539.7000	586.1083
MJ95-96	468.0000	557.6000	535.6000	520.4000
MJ97-98	671.3333	649.0000	625.2857	648.5397
MJ98-99	611.4286	581.8571	592.2857	595.1905
MJ00-01	601.2143	545.6667	499.7500	548.8770
MJ01-02	630.3333	579.1053	527.0000	578.8129
AC94-95	435.5000	540.2000	548.6000	508.1000
AC95-96	657.3333	617.9091	547.6667	607.6364
AC97-98	492.7500	534.3000	500.0000	509.0167
AC98-99	556.3000	564.6000	521.1429	547.3476
AC00-01	601.5385	571.5500	548.1667	573.7517
AC01-02	586.9091	565.7368	552.2500	568.2986

Figura IV-7: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada el ACPI para V. Porcentaje de traza = 65,17.



## Segunda Serie de Ensayos

### I- CLASIFICACIÓN DE AMBIENTES

Todas las variables fueron significativas para “Localidades” (Tabla I-1). No se demostraron diferencias significativas para las variables PROT y D al considerar “Subregiones”, para las variables W y V al considerar los “Años”, y para las variables PH, GH, D, W y V al considerar “Ciclos”. Por otro lado, las variables FN y GE/C fueron significativas para todos los ambientes considerados (Localidades, subregiones, años y ciclos), aunque FN fue significativa solo al 5 % al considerar los ciclos (Tabla I-1).

El procedimiento Stepwise no seleccionó las variables W y V al considerar “Años”, ni a las variables PH, D y V al considerar “Ciclos”, coincidiendo con lo encontrado por el ANVA. Como consecuencia se eliminaron del análisis discriminante y del de clasificación (Tabla I-2).

Tabla I-1: ANVA. Prueba univariada para ambientes. Valor de F y su probabilidad.

Variables	SUBREGION	AÑOS	CICLOS	LOCALIDADES
PROT	2,14 ns	6,44 *	5,53 **	103,15 ***
PH	24,75 ***	34,79***	2,96 ns	24,43***
GH	3,46 *	5,57 *	2,88 ns	83,57 ***
GE/C	33,20 ***	11,56 ***	8,35 ***	19,38 ***
FN	21,85 ***	369,03 ***	3,58 *	89,6 ***
D	2,25 ns	23,06 ***	1,42 ns	6,68 ***
W	15,44 ***	0,07 NS	3,24 ns	30,15 ***
V	2,67 *	0,01 NS	2,20 ns	21,68 ***

Tabla I- 2: Test multivariado para ambientes. Procedimiento de stepwise para selección de variables. R cuadrados parciales y sus probabilidades.

Variables	SUBREGION	AÑOS	CICLO	LOCALIDADES
PROT	0,01=0,1249	0,01=0,31	0,016=0,009	0,65 <0,0001
PH	0,11 <0,0001	0,01=0,0053	NS	0,22 <0,0001
GH	0,02=0,0053	0,15<0,0001	0,02=0,0039	0,04=0,0053
GE/C	0,15 <0,0001	0,02=0,0007	0,03=0,0003	0,25 <0,0001
FN	0,08 <0,0001	0,39<0,0001	0,01=0,0351	0,61 <0,0001
D	0,04 <0,0001	Ns	Ns	0,08 <0,0001
W	0,06 <0,0001	0,02=0,0004	0,03=0,0002	0,18 <0,0001
V	0,04 <0,0001	0,01=0,0075	Ns	0,18 <0,0001

Ns: NO SELECCIONADO.

### I. a-Clasificación de Subregiones

La tabla I-3 muestra las medias de cada una de las variables por Subregión.

El análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre las 4 subregiones ( $\lambda = 0,58$ ;  $F_{24, 1636,4} = 13,12 <0,0001$ ). Las distancias ( $D^2$ ) entre subregiones calculadas de a pares fueron significativas ( $p < 0,01$ ) (Tabla I-4). Sin embargo, el fenograma descubrió dos grupos principales. Las subregiones de influencia de BUCK y M. JUAREZ se agruparon en un cluster, mientras que las regiones de influencia del criadero KLEIN y ACA se agruparon en otro cluster, distante del primero a una distancia de WARD de 0,71 (Figura I-1).

Las dos primeras funciones canónicas fueron significativas, y explicaron el 93,61 % de la variabilidad total (Tabla I-5). Las variables W, PH y GE/C fueron las que más contribuyeron a la primera función discriminante canónica. Las variables GH y PROT presentaron las mayores cargas para la segunda y la variable D para la tercera función discriminante (Tabla I-6). Los coeficientes canónicos estandarizados, son independientes de las unidades de medida, y seleccionaron a las variables W, GE/C, GH, FN y PH al considerar las tres primeras funciones canónicas (tabla I-7). El grupo conformado por BUCK y M. JUAREZ presentó los valores más altos para las variables W, PH, FN y GE/C, siendo M. Juarez la subregión que presentó mayores valores para todas las variables con la excepción de D y GE/C (Tabla I-3). Como consecuencia M. JUAREZ fue separada del resto sobre la segunda función canónica. La tercera variable canónica fue no significativa y, por lo tanto, no se observó una buena separación de las

subregiones sobre dicho eje (Figura I-2).

Coincidentemente con el ANVA los coeficientes canónicos estandarizados no seleccionaron a las variables PROT y D como importantes para dicha clasificación, ya que no demostraron diferencias significativas para las subregiones.

Tabla I-3: Medias y desvíos estándar para todas las variables por subregión.

subregion		PROT	PH	GH	GE/C	FN	D	W	Vol
1-Buck	Media	12,46	81,91	29,27	126,69	441,56	21,48	403,54	604,75
	DS	1,32	2,09	4,63	17,44	54,71	14,94	105,26	68,80
2-Klein	Media	12,26	80,09	28,70	113,93	422,84	22,62	354,64	621,19
	Ds	0,97	2,13	3,42	16,17	56,51	14,12	72,85	59,29
3-M. Juarez	Media	12,78	82,10	30,79	116,23	483,52	19,80	407,76	626,01
	DS	1,17	1,99	4,13	15,38	58,10	13,07	79,28	64,11
4-ACA	Media	12,47	80,82	29,74	110,73	414,10	18,55	353,86	623,26
	DS	2,24	2,49	6,94	13,79	99,15	14,39	86,52	98,55

Tabla I-4: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad. Comparaciones entre Subregiones.

	1	2	3	4
1-Buck	0	2,21**	1,15**	2,22**
2-Klein		0	2,23**	0,42**
3-M. Juarez			0	1,74**
4-ACA				0

Tabla I-5: Valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	%ACUMULATIVO
1	0,72	72,32 < 0,0001
2	0,21	93,61 < 0,0001
3	0,07	1 ns

Tabla I- 6: Estructura canónica entre grupos (Subregión).

Variable	Can1	Can2	Can3
PROT	0,48	0,86	-0,17
PH	0,92	0,32	-0,21
GH	0,26	0,94	-0,21
GE/C	0,90	-0,43	0,03
FN	0,68	0,62	0,38
D	0,20	-0,64	0,75
W	0,98	0,19	0,10
V	-0,71	0,69	0,16

Tabla I- 7: Estructura canónica total estandarizada (Subregión)

Variable	Can1	Can2	Can3
PROT	0,57	-0,12	-0,40
PH	0,43	0,38	-0,74
GH	-0,65	0,44	-0,38
GE/C	0,72	-0,52	0,04
FN	0,30	0,71	0,81
D	-0,47	-0,53	0,24
W	0,73	-0,23	0,29
V	-0,34	0,32	0,12

Figura I-1: Análisis de Clusters. Fenograma de subregiones construido utilizando la varianza mínima de Ward.

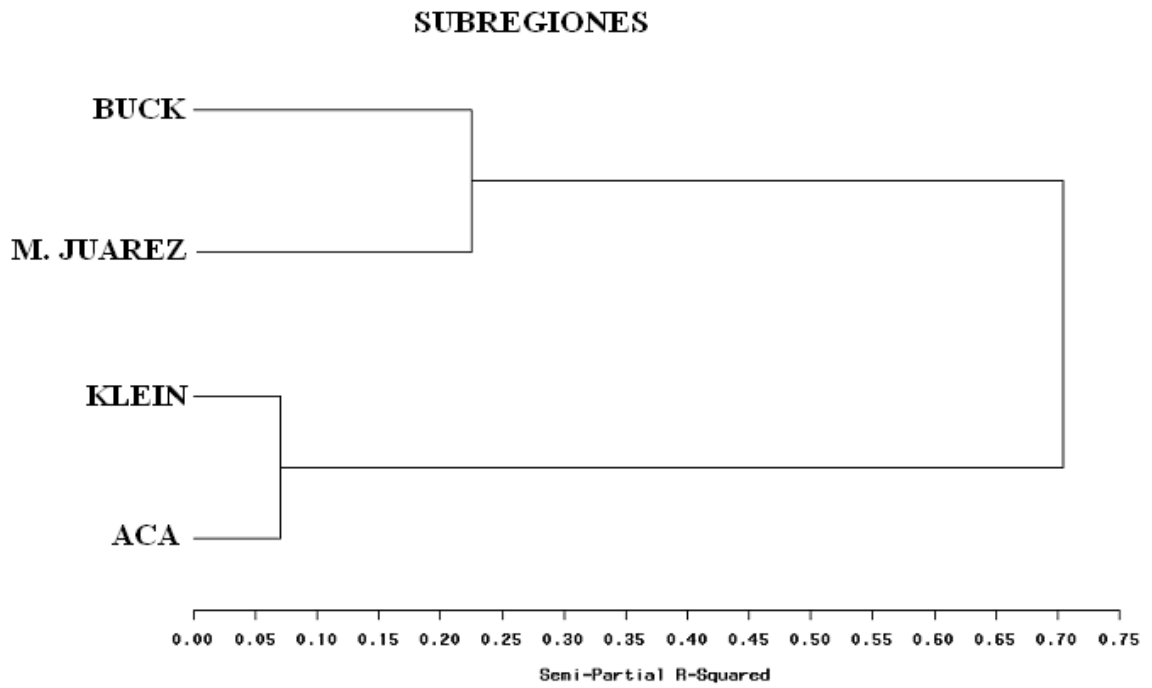


Figura I-2: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para subregiones. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) *versus* 2 (CAN 2). b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) *versus* 3 (CAN 3). c) Función discriminante canónica 2 (CAN 2) *versus* 3 (CAN 3).

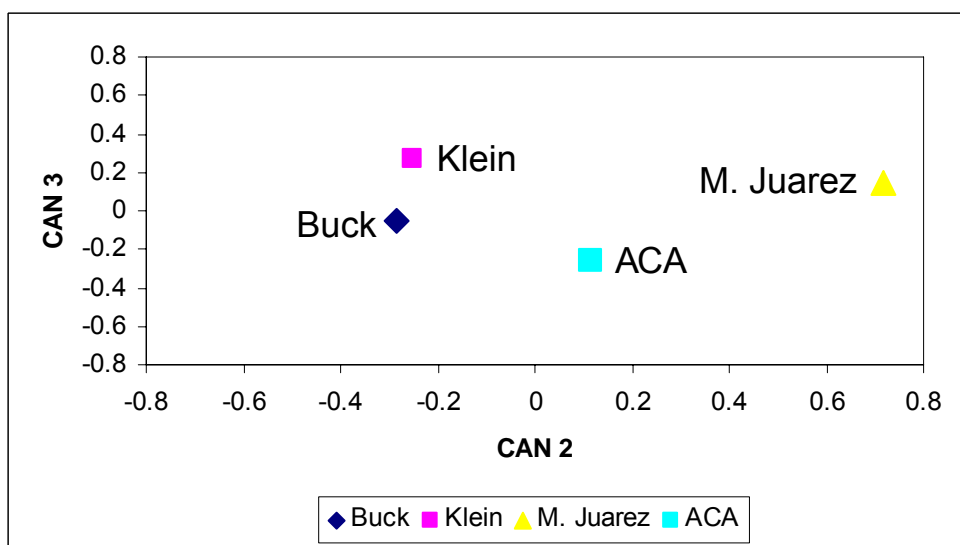
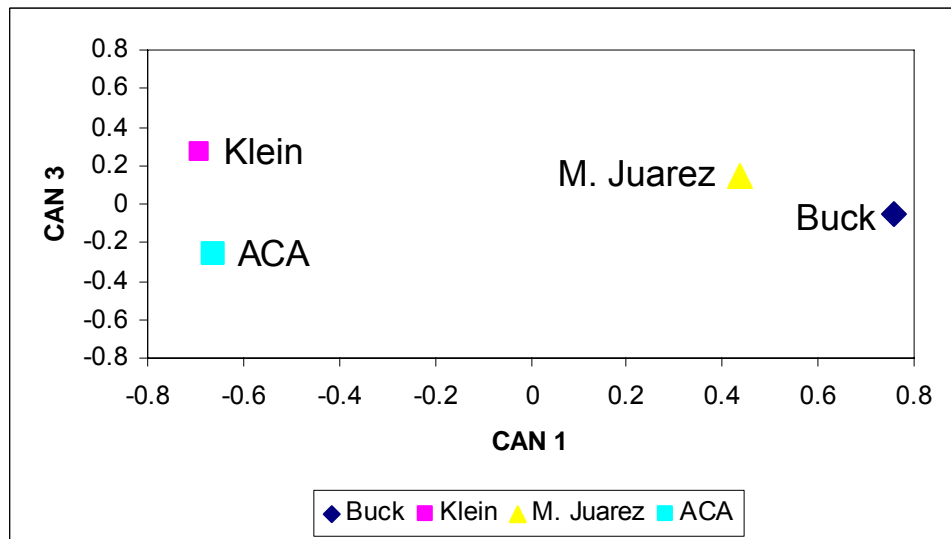
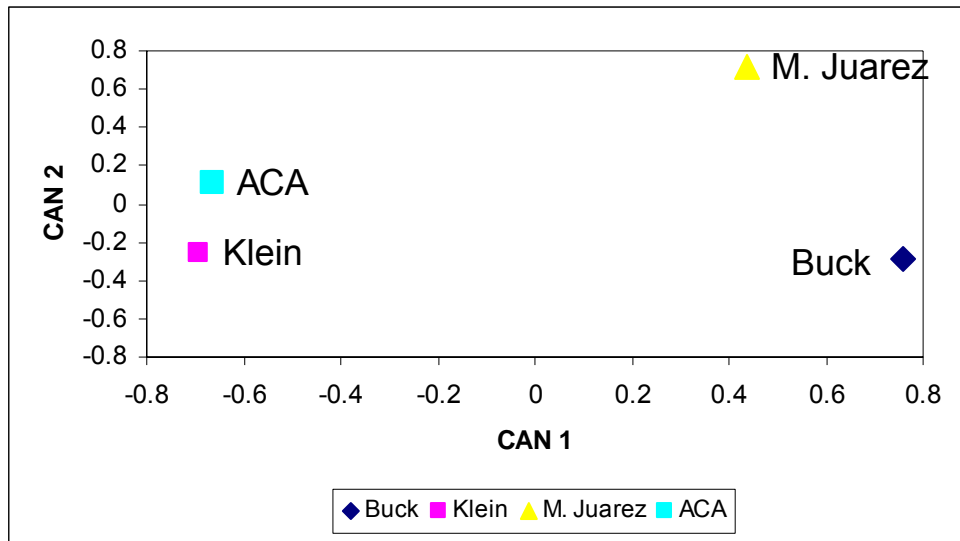
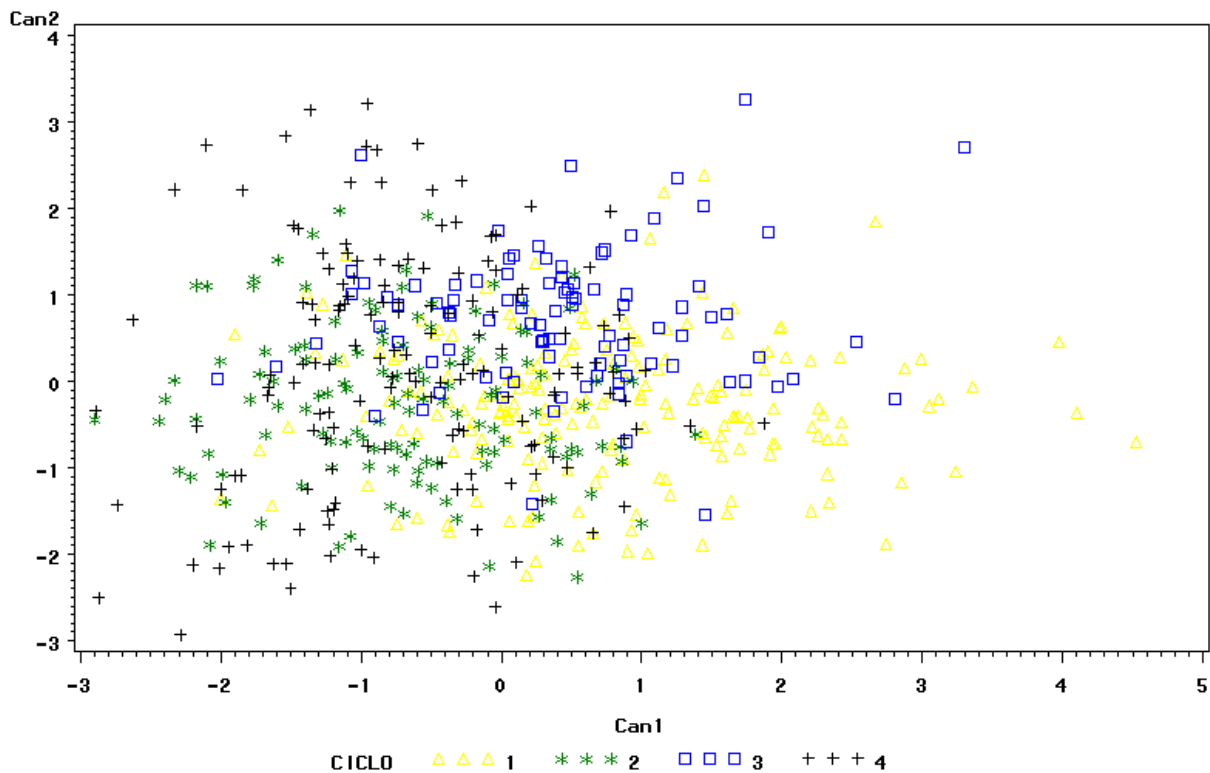


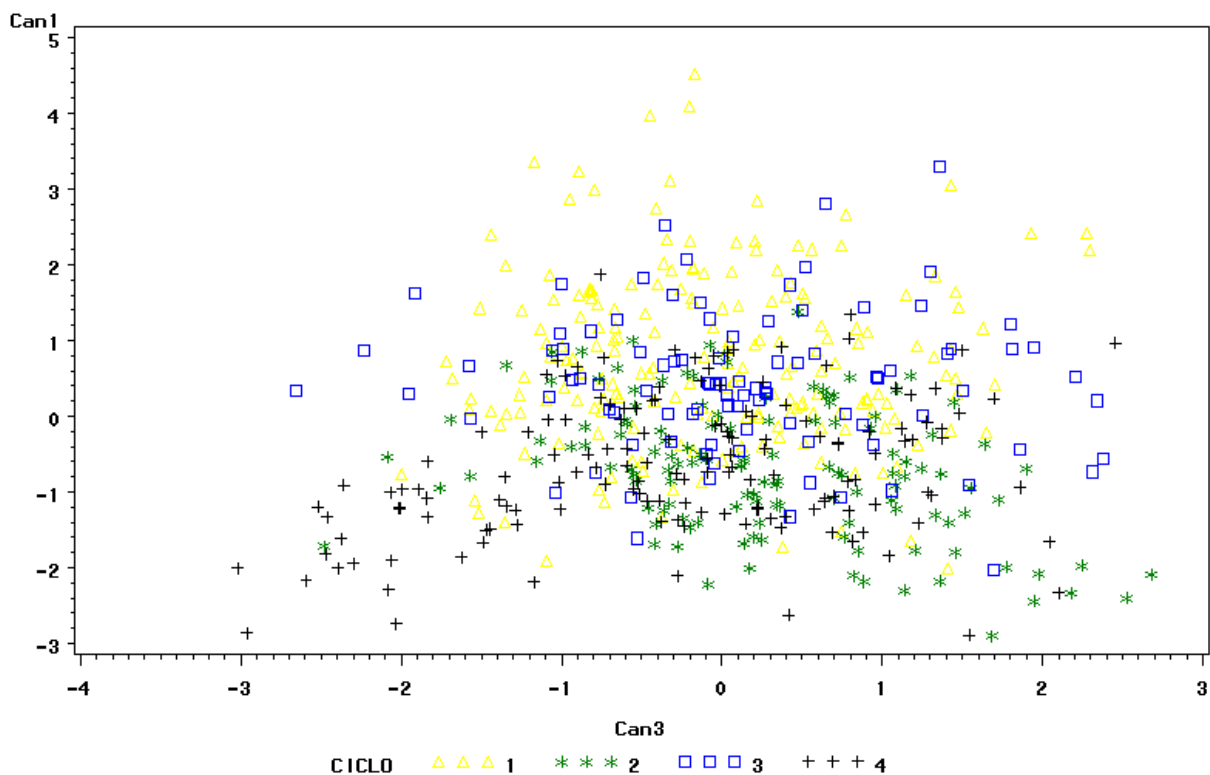


Figura I-3: Análisis discriminante canónico. Clasificación de genotipos. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2). b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 3 (CAN 2). c) Función discriminante canónica 2 (CAN 2) versus 3 (CAN 3).

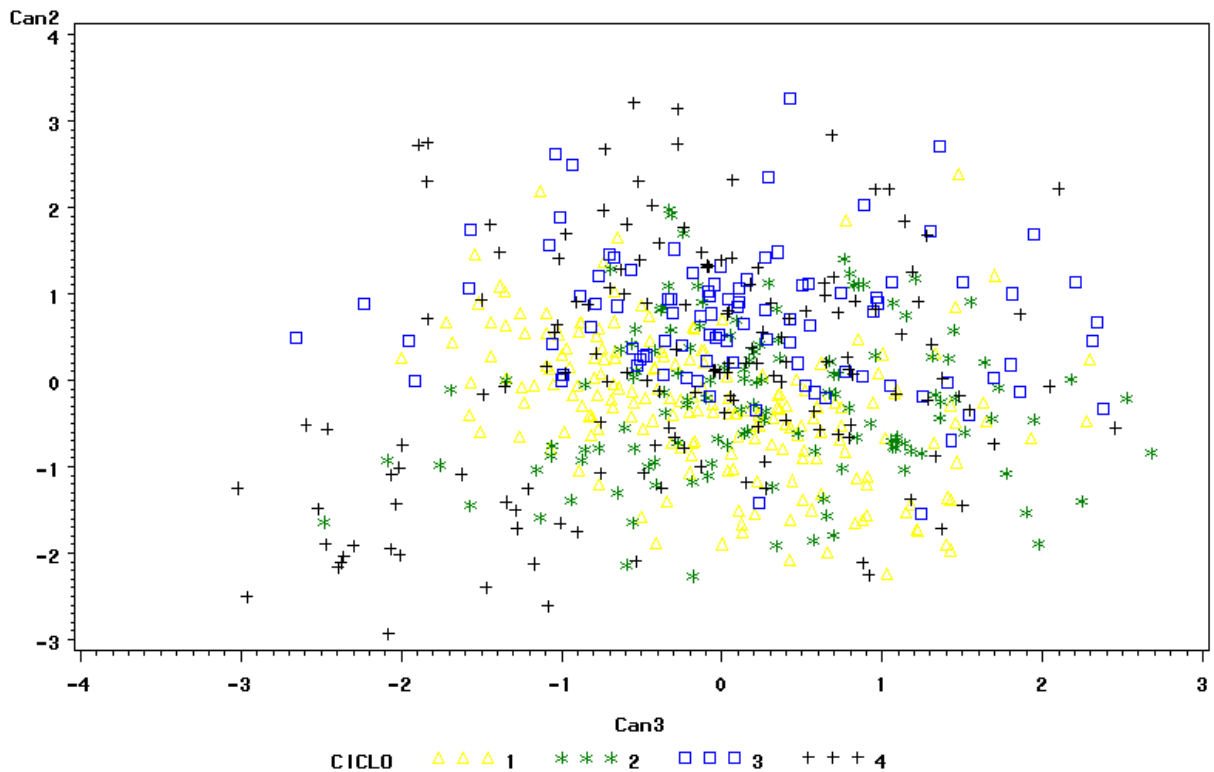
### C.CAN 1 vs C.CAN 2



### C.CAN 1 vs C.CAN 3



## C.CAN 2 vs C.CAN 3



### *1. b- Clasificación de localidades*

La tabla I-8 muestra las medias de cada una de las variables por localidad. El análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre localidades ( $\lambda = 0,047$ ,  $F_{80, 3541,3} = 27,46$ ,  $p < 0,0001$ ). Los contrastes entre localidades calculados con  $D^2$  fueron significativos ( $p < 0,01$ ) para todos los pares comparados (Tabla I-9). El fenograma agrupó a las localidades en dos grupos principales (Figura I-4). Un grupo formado por Pergamino, Barrow y Bordenave y el otro grupo constituido por el resto de las localidades.

Los tres primeros componentes principales acumularon el 94,0 % de la variabilidad total (Tabla I-10). Las variables PROT y GH fueron la de mayor peso discriminatorio para la primera canónica, mientras que las variables FN y D tuvieron el mayor peso en el segundo componente (tabla I-11), y GE/C fue seleccionada por la tercera función canónica.

La primera función discriminante fue la que produjo mayor separación entre localidades (Figura I-5). Sin embargo, la segunda componente fue la responsable de separar los dos principales cluster. El cluster conformado por las localidades Pergamino, Barrow y Bordenave

se separó por alcanzar los mayores valores para FN, D y W (Figuras I-5 a y b). En el otro extremo, sobre la canónica 2, se ubicó ACA, que tuvo las medias más bajas para dichas variables (Tabla I-8). El cluster formado por las localidades Chacabuco y C. Suarez se alejaron del resto sobre la primera función canónica como consecuencia de sus bajos promedios para las variables PROT y GH (Figura I-5 a y c). En el otro extremo, Barrow, Pergamino, Bordenave, Klein y Aca alcanzaron los mayores valores para dichas variables (Tabla I-8). Sobre el tercer componente se alejó del resto la localidad Barrow por ser la que presentó mayores valores para la variables GE/C, y en el extremo opuesto, se ubico Bordenave, con el peor promedio para dicha variable (Figura I-5 b y c).

Al considerar los coeficientes estandarizados, las variables de mayor importancia en la clasificación de las localidades fueron PROT, FN y GE/C para la primera, segunda y tercera función discriminante, respectivamente (tabla I-12).

Tabla I-8: Medias y desvíos estándar para todas las variables por Localidad.

localidades		PROT	PH	GH	GE/C	FN	D	W	Vol
1-BUCK	MEDIA	12,26	81,26	28,71	122,34	411,79	18,61	392,28	629,30
	DS	0,80	2,05	2,90	19,70	38,44	11,15	80,89	68,42
2-KLEIN	MEDIA	12,93	79,98	30,57	120,96	368,09	21,10	383,09	623,66
	DS	0,73	1,81	2,53	12,41	40,35	9,71	77,57	69,68
3-M.JUAREZ	MEDIA	12,17	82,38	28,63	110,56	449,29	17,47	376,17	615,23
	DS	1,23	2,09	4,15	14,37	37,42	11,68	73,98	62,45
4-ACA	MEDIA	13,00	78,67	30,75	112,40	280,25	11,61	343,60	613,25
	DS	1,18	1,90	2,78	13,81	77,82	5,05	67,25	83,23
5-PERGAMINO	MEDIA	13,36	81,83	32,87	121,68	516,38	22,04	438,08	636,36
	DS	0,73	1,87	2,87	14,45	55,58	14,03	72,65	64,58
6-BARROW	MEDIA	13,88	82,51	34,10	135,81	493,86	29,64	492,54	605,04
	DS	0,87	2,14	2,97	11,88	44,19	16,83	98,36	61,54
8-CHACABUCO	MEDIA	11,10	82,54	24,43	124,43	438,67	17,30	316,33	553,11
	DS	0,93	1,67	3,37	13,89	47,44	15,72	69,24	47,19
9-PLA9	MEDIA	12,52	79,11	29,43	118,31	444,38	23,50	346,50	628,75
	DS	0,93	1,81	3,72	14,21	57,61	16,38	74,63	57,61
10-9 DE JULIO	MEDIA	11,48	81,19	26,56	104,23	441,62	22,84	341,77	611,64
	DS	0,59	2,17	2,47	16,09	35,13	14,59	62,37	52,17
11-BORDENAVE	MEDIA	14,55	80,48	36,30	106,79	496,39	25,85	418,39	703,93
	DS	1,36	1,89	4,62	12,42	40,97	15,01	71,02	78,78
12-C.SUAREZ	MEDIA	10,03	82,71	22,46	113,50	427,41	16,19	296,64	549,73
	DS	0,56	1,93	2,65	14,39	30,18	15,18	68,20	57,82

Tabla I-9: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad. Comparaciones entre Localidades

LOC	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12
BU	0	3,0**	2,2**	14,1**	6,2**	8,9**	4,5**	2,7**	4,7**	10,7**	9,2**
KL		0	8,39**	4,8**	12,8**	11,9**	11,7**	4,8**	10,8**	12,5**	19,1**
MJ			0	22,6**	4,3**	11,1**	3,1**	3,7**	2,1**	8,4**	6,1**
AC				0	31,7**	29,1**	27,4**	16,5**	24,4**	25,9**	35,2**
PE					0	4,5**	9,2**	6,1**	9,5**	5,4**	16,5**
BA						0	13,8**	11,9**	19,4**	12,7**	26,0**
CHA							0	6,8**	4,5**	18,9**	3,2**
PLA								0	3,7**	6,8**	11,4**
9JU									0	12,2**	3,8**
BOR										0	26,5**
CS											0

Tabla I-10: Valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	%ACUMULATIVO
1	0,438	42,80<0,0001
2	0,35	77,95<0,0001
3	0,16	94,30<0,0001
4	0,02	96,77<0,0001
5	0,02	98,44<0,0001
6	0,01	99,40<0,0001
7	0,00	99,81=0,03
8	0,00	1=0,14

Tabla I-11: Estructura canónica entre grupos (Localidad).

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4	Can5
PROT	0,89	0,43	-0,14	0,03	-0,02
PH	-0,61	0,51	0,44	0,40	-0,08
GH	0,86	0,47	-0,16	0,06	0,01
GE/C	0,21	0,29	0,88	-0,24	0,08
FN	-0,16	0,98	-0,11	-0,07	0,00
D	0,31	0,76	-0,02	-0,34	0,02
W	0,64	0,66	0,26	0,14	0,20
V	0,67	0,31	-0,59	0,09	0,25

Tabla I-12: Estructura canónica total estandarizada (Localidad)

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4	Can5
PROT	1,65	0,13	0,33	0,29	-1,97
PH	-0,42	0,27	0,26	0,87	-0,45
GH	0,02	0,24	-0,46	-0,08	0,90
GE/C	0,18	0,19	0,91	-0,37	0,25
FN	-0,70	1,46	-0,40	-0,34	-0,02
D	-0,11	-0,24	-0,13	-0,55	-0,24
W	0,35	0,08	0,82	0,23	0,95
V	-0,31	-0,01	-0,81	0,28	0,84

Figura I-4: Análisis de Clusters. Fenograma de localidades construido utilizando la varianza mínima de Ward.

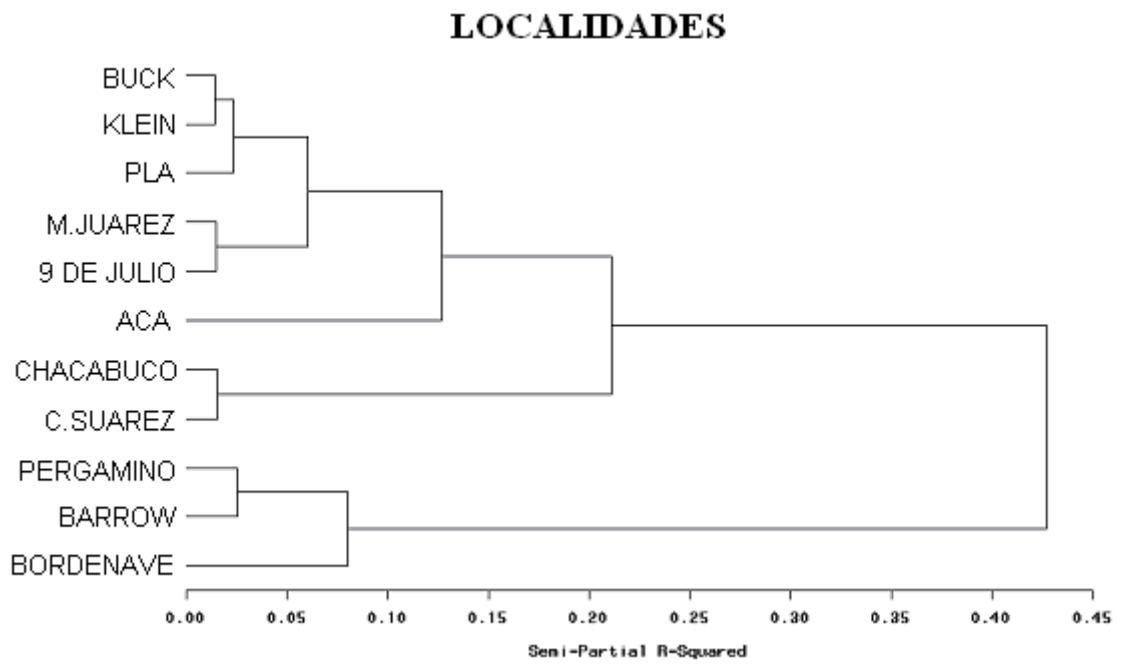


Figura I-5: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para Localidades. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2). b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 3 (CAN 3). c) Función discriminante canónica 2 (CAN 2) versus 3 (CAN 3).

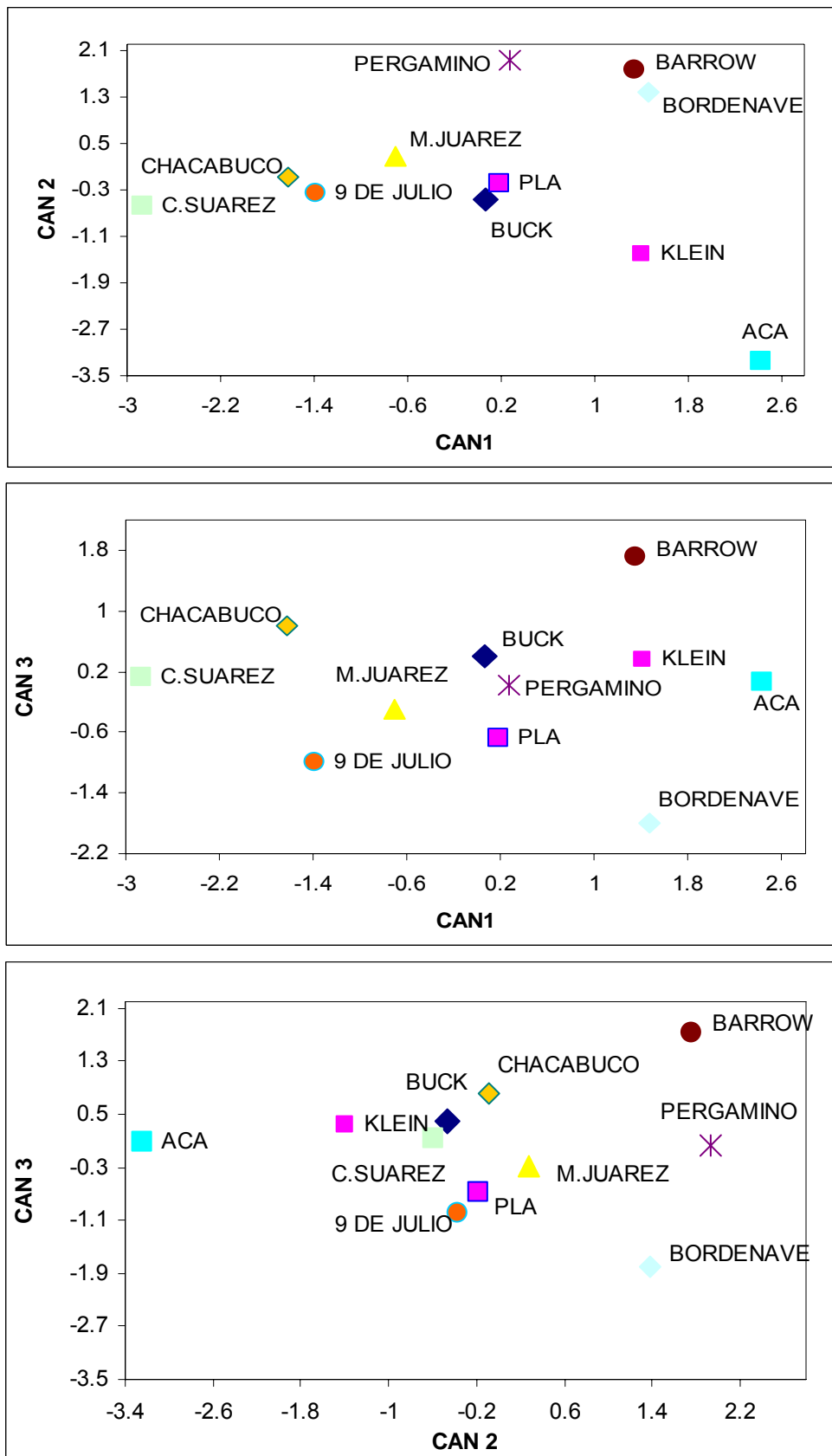
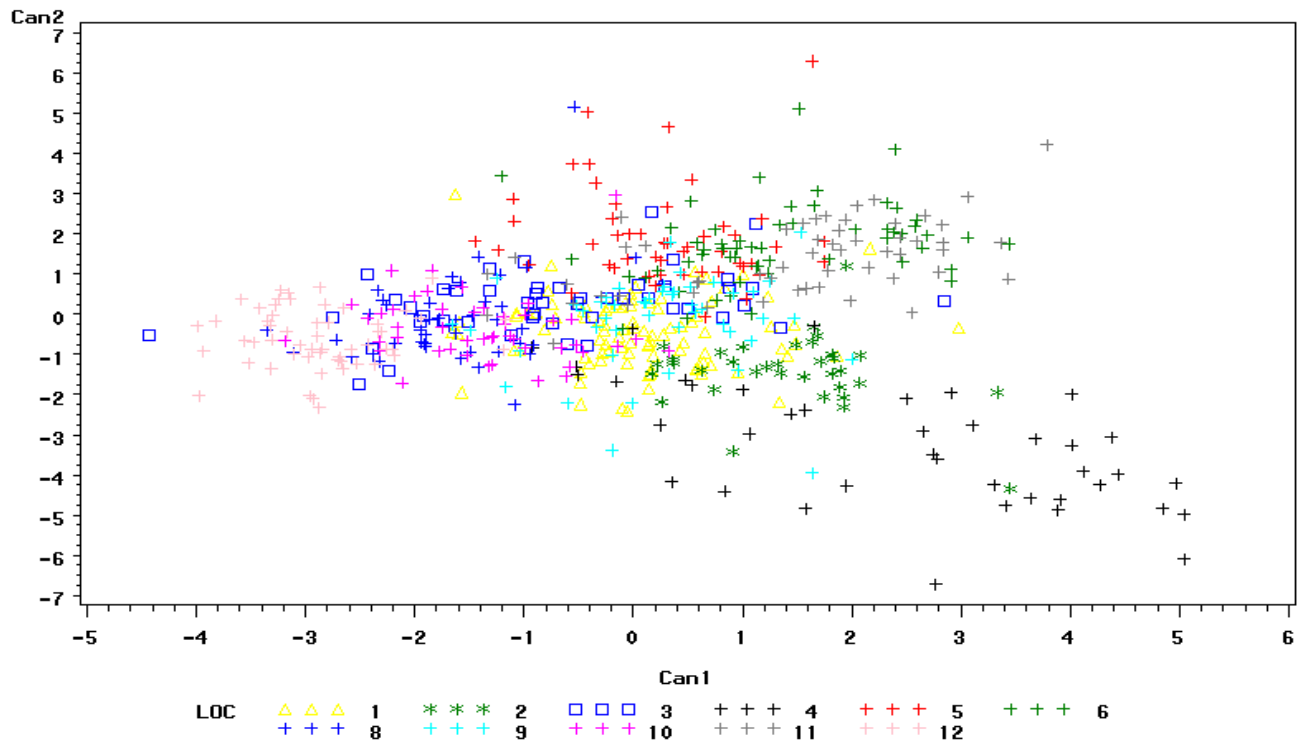
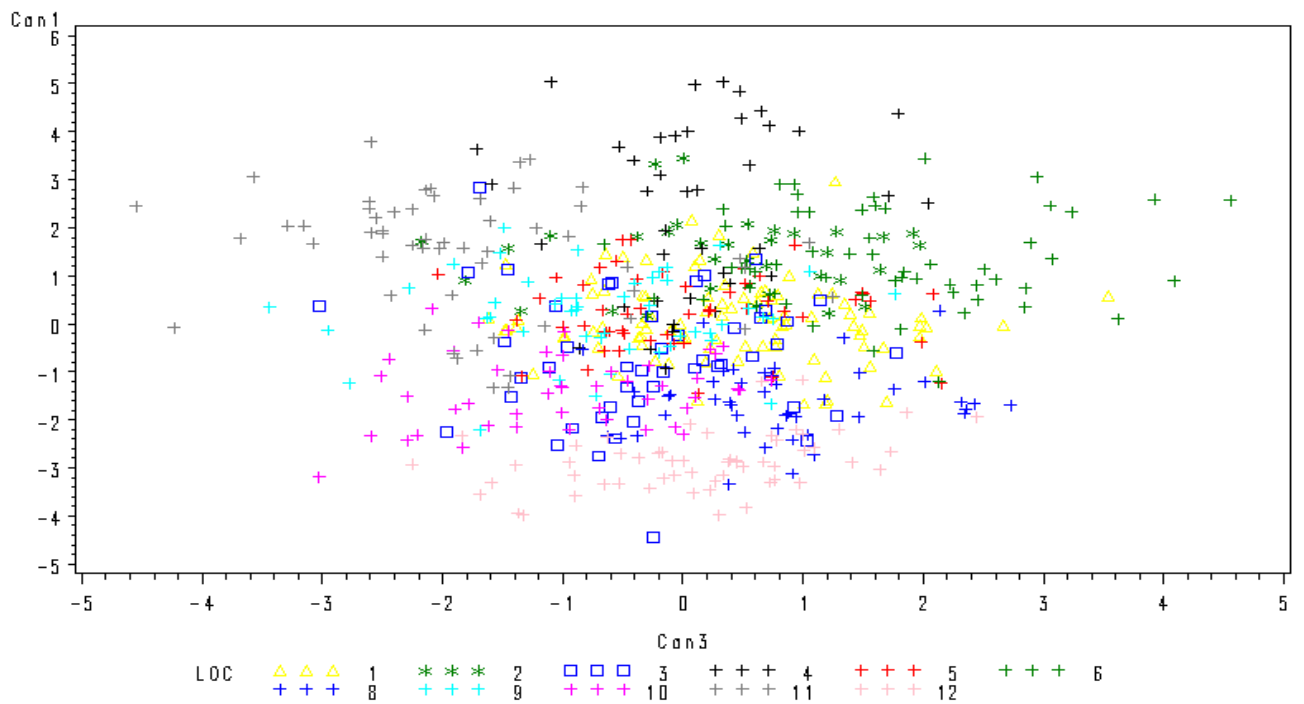


Figura I-6: Análisis discriminante canónico. Clasificación de genotipos. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) *versus* 2 (CAN 2). b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) *versus* 3 (CAN 2). c) Función discriminante canónica 2 (CAN 2) *versus* 3 (CAN 3).

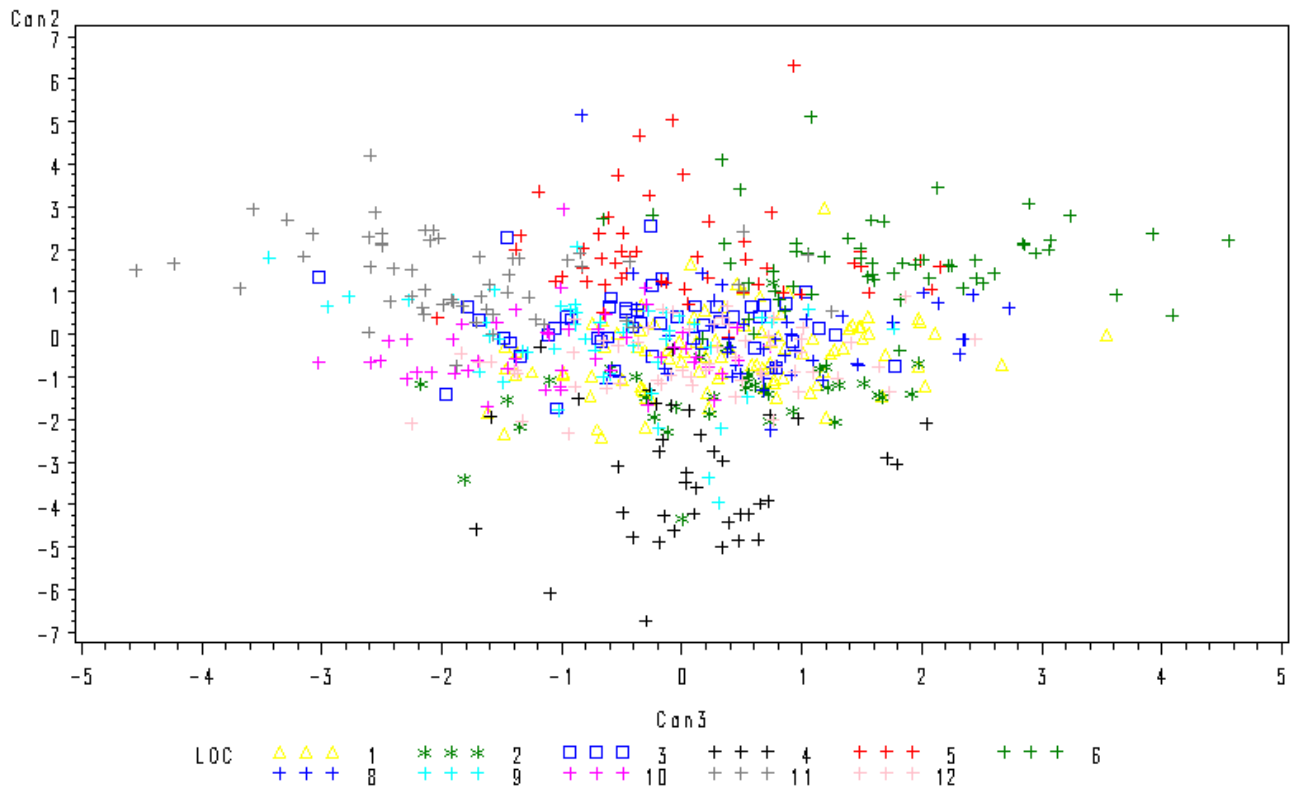
### C.CAN 1 vs C.CAN 2



### C.CAN 1 vs C.CAN 3



# C.CAN 2 vs C.CAN 3





I. c- Clasificación de AÑOS

La tabla I-13 muestra las medias de cada una de las variables por año. El ADC se realizó utilizando 7 variables seleccionadas por el Stepwise, excluyendo la variable D.

El análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre “Años” al considerar todas las variables simultáneamente ( $\lambda = 0,48$ ;  $F_{7, 567}: 87,84, p < 0,0001$ ).

Las distancias de Mahalanobis ( $D^2$ ) entre “Años” fueron significativas ( $p < 0,01$ ) (Tabla I-14). El fenograma separó a los dos campañas consideradas 2003-04 y 2005-06 (Figura I-7).

La primera función canónica fue significativa y explicó el 100 % de la variabilidad total (Tabla I-15). Fue dominada por las cargas de la variable FN (Tabla I-16). Coincidentemente, la variable FN fue la que tuvo el mayor coeficientes de correlación estandarizado (Tabla I-17). Además en el ANVA y en el análisis de Stepwise fue la variable que alcanzó los mayores valores de F y R (cuadrados parciales), respectivamente (Tabla I-1 y I-2).

Ya que únicamente pueden ser estimadas  $n - 1$  funciones discriminantes, siendo para el caso de los “Años”  $n = 2$ , luego solo pudo estimarse una función discriminante. Como consecuencia, no fue posible construir el gráfico bidimensional.

Tabla I-13: Medias y desvíos estándar para todas las variables por AÑOS.

AÑOS		PROT	PH	GH	GE/C	FN	D	W	Vol
2003-04	MEDIA	12,80	80,12	30,53	112,92	343,90	14,97	377,95	616,49
	DE	0,94	2,16	2,77	13,92	72,29	8,21	80,04	69,06
2005-06	MEDIA	1,65	2,28	5,48	17,71	53,43	15,18	95,75	77,21
	DS	12,39	81,52	29,28	119,00	460,04	22,07	380,59	617,10

Tabla I-14: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad.

Comparaciones entre AÑOS.

	03-04	05-06
03-04	0	6,84**

05-06	0
-------	---

Tabla I-15: Valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	%ACUMULATIVO
1	1	100 < 0.0001

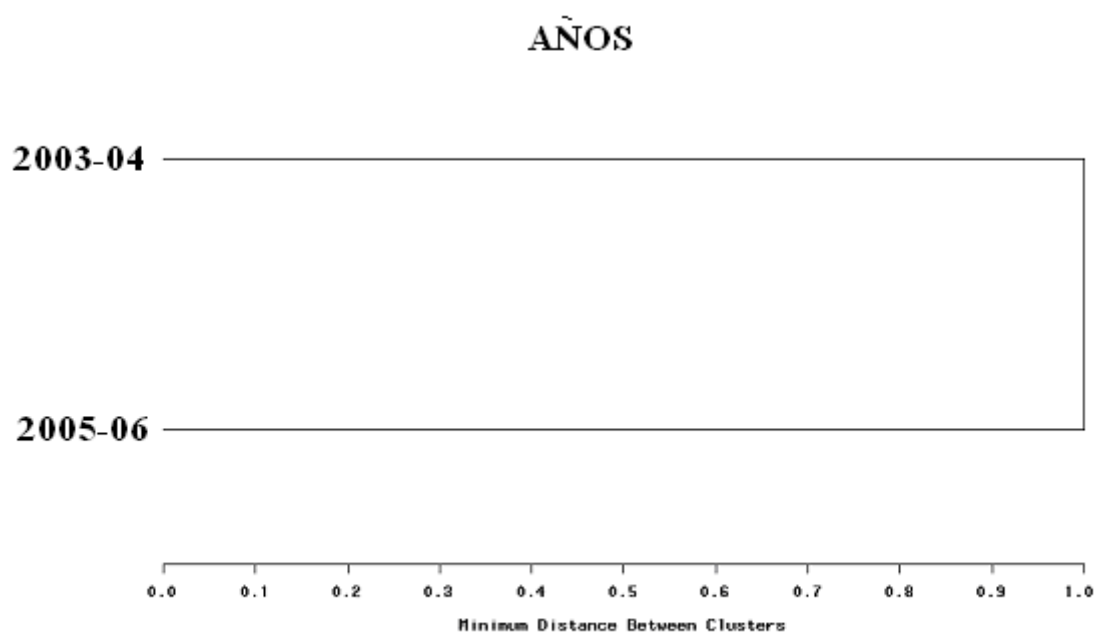
Tabla I- 16: Estructura canónica entre grupos (AÑOS).

Variable	Can1
PROT	-0,15
PH	0,33
GH	-0,14
GE/C	0,19
FN	0,87
W	0,02
V	0,00

Tabla I-17: Estructura canónica total estandarizada (AÑOS)

Variable	Can1
PROT	-0,43
PH	0,15
GH	-0,17
GE/C	0,21
FN	1,46
W	-0,34
V	0,27

Figura I-7: Análisis de Clusters. Fenograma de AÑOS construido utilizando la varianza mínima



#### *I.d- Clasificación de Ciclos*

Solo 5 variables intervinieron en el ADC y en el análisis de clusters debido a que las variables PH, D y V fueron eliminadas, porque no demostraron diferencias significativas entre ciclos, cuando se aplicó el análisis Stepwise y el ANVA (Tabla I-2).

La tabla I-18 muestra las medias de cada una de las variables por ciclo.

El análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre ciclos ( $\lambda = 0,90$ ;  $F_{10, 1136} = 6,19$ ,  $p < 0,0001$ ). Los contrastes entre ciclos calculados con  $D^2$  fueron significativos ( $p < 0,01$ ) (Tabla I-19). El fenograma agrupó el ciclo 2 con el 3 y los separó del ciclo 1 (Figura I-8).

El primer componente principal fue significativo y acumuló el 88,72 % de la variabilidad total (Tabla I-20). Las variables G/EC y PROT fueron las de mayor peso discriminatorio sobre la primera canónica (Tabla I-21) y coincidentemente, fueron las únicas variables que demostraron diferencias significativas al 1 % de probabilidad entre ciclos en el ANVA, mientras que la variable FN discriminó los ciclos sólo al 5 % de probabilidad (Tabla I-1). Contrariamente, la variable W no demostró diferencias significativas en el ANVA, sin embargo, dicha variable alcanzó el mayor peso sobre la segunda canónica (tabla I-21). Debido a que la variabilidad que explicó la segunda canónica fue no significativa, es posible que la variable W no diferencie significativamente a los ciclos. Por otro lado, los resultados encontrados para la estructura canónica estandarizada fueron coincidentes con los resultados del ANVA y del análisis del paso a paso, ya que las variables que tuvieron mayores coeficientes de correlación fueron PROT y GH para la primera y segunda canónica respectivamente (Tabla I-22).

El primer ciclo 1 se separó de los restantes por presentar los menores valores para PROT, GE/C, GH y FN. La segunda función canónica no fue significativa pero separó al ciclo 2 de los dos restantes por tener los mayores valores para la variable GH, FN, PROT y W (Figuras I-9).

Tabla I-18: Medias y desvíos estándar para todas las variables por Ciclo.

ciclo	PROT	PH	GH	GE/C	FN	D	W	Vol
-------	------	----	----	------	----	---	---	-----

1	MEDIA	12,164	81,266	28,872	114,081	425,909	19,804	380,920	607,588
	DS	1,370	2,297	4,739	18,185	64,536	14,509	94,648	69,731
2	MEDIA	12,626	81,585	30,179	117,677	446,160	22,294	394,199	619,968
	DS	1,651	2,405	5,447	15,847	73,891	15,801	102,217	87,878
3	MEDIA	12,612	81,002	29,606	120,895	440,323	20,285	369,884	622,547
	DS	1,573	2,277	5,073	16,689	79,682	13,133	83,327	70,738

Tabla I-19: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad.  
Comparaciones entre Ciclos.

CICLO	1	2	3
1	0	0,18**	0,54**
2		0	0,21**
3			0

Tabla I-20: Valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	%ACUMULATIVO
1	0,8872	88,72 < 0.0001
2	0,1228	1 NS

Tabla I-21: Estructura canónica entre grupos (Ciclo).

Variable	Can1	Can2
PROT	-0,85	0,53
GH	-0,53	0,85
GE/C	-1,00	0,07
FN	-0,68	0,74
W	0,56	0,83

Tabla I-22: Estructura canónica total estandarizada (Ciclo)

Variable	Can1	Can2
PROT	-2,00	-0,65
GH	1,38	0,98
GE/C	-0,47	0,08
FN	-0,36	0,46

W	0,75	0,42
---	------	------

Figura I-8: Análisis de Clusters. Fenograma de Ciclos construido utilizando la varianza mínima de Ward.

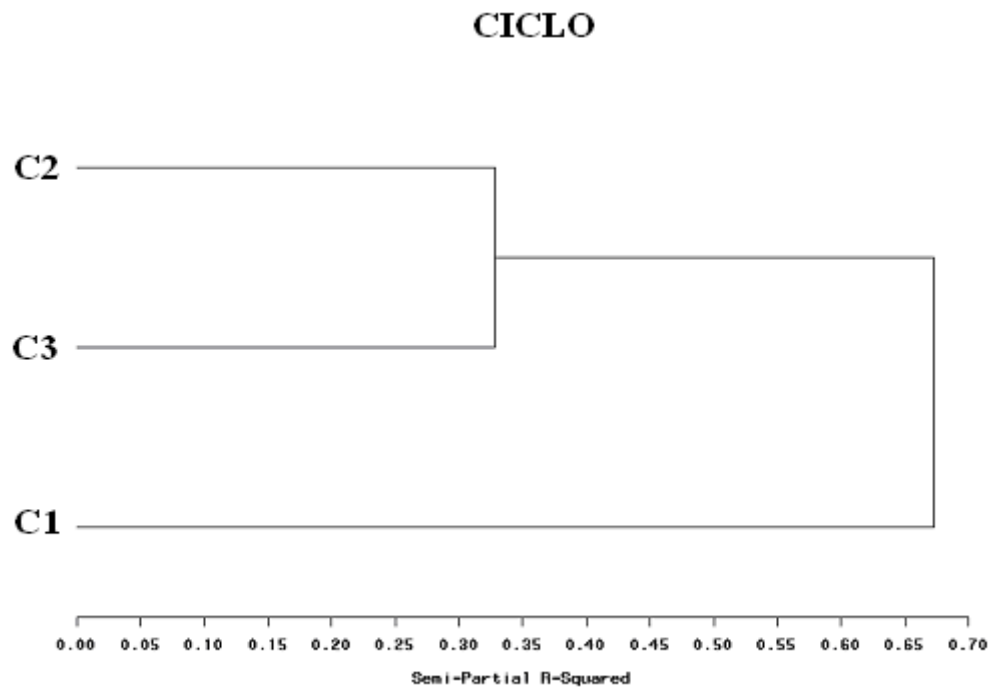


Figura I-9: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para Ciclo. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) *versus* 2 (CAN 2).

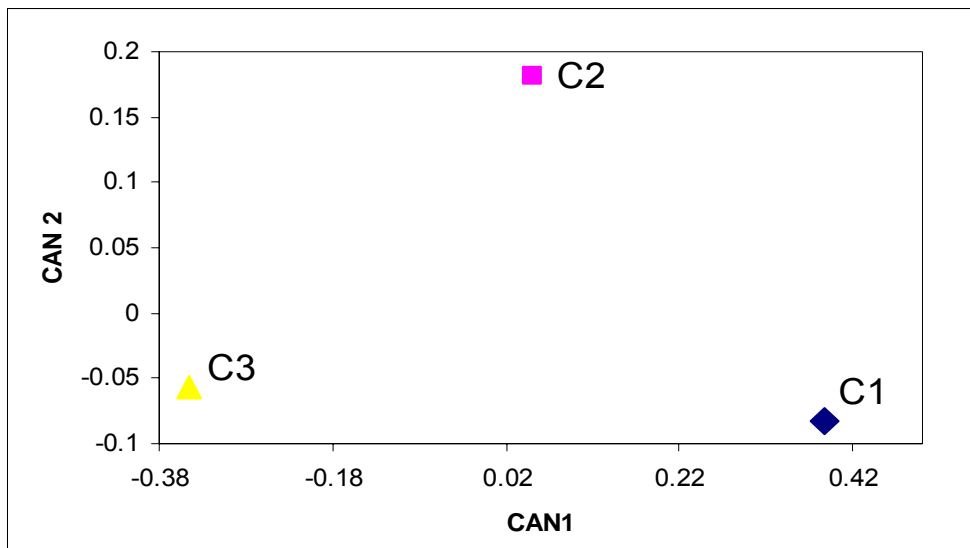
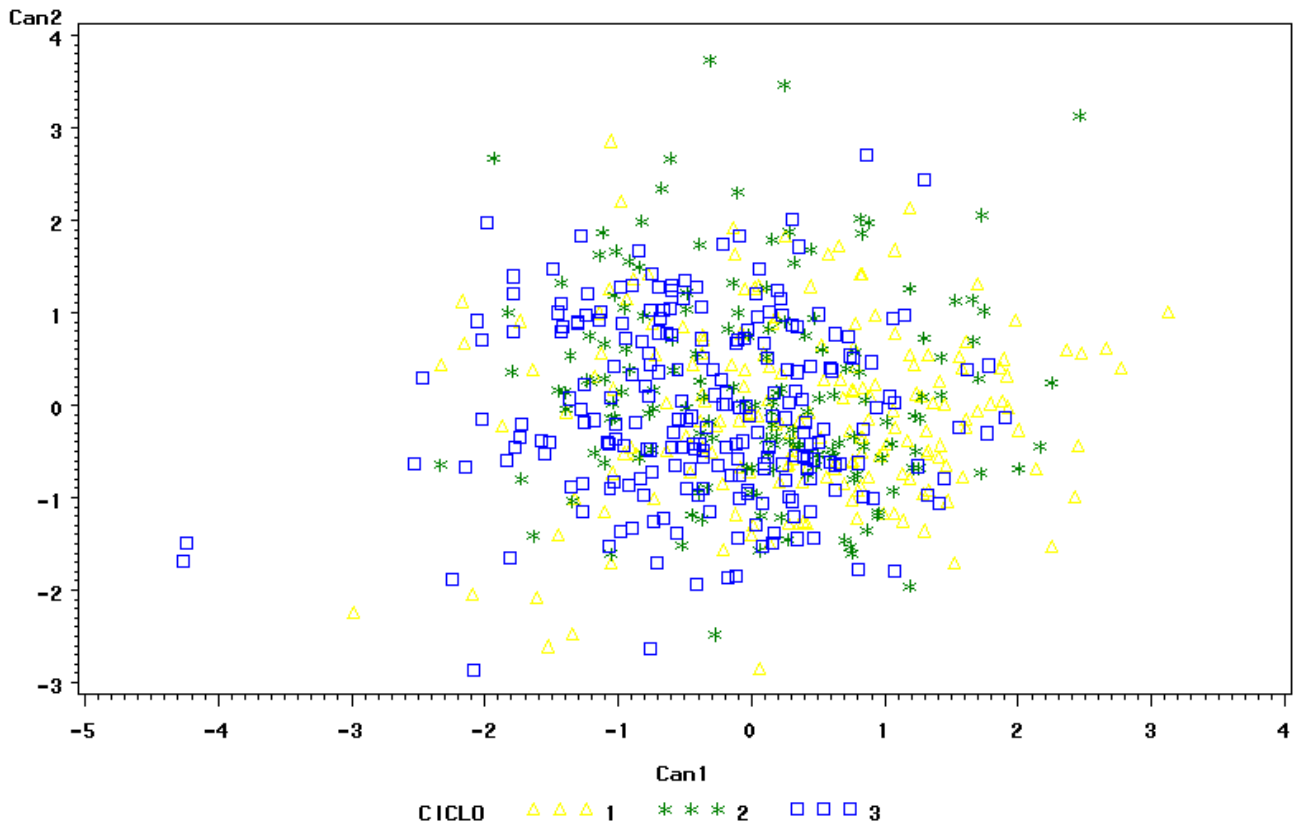


Figura I-10: Análisis discriminante canónico. Clasificación de genotipos. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2).

### C.CAN 1 vs C.CAN 2



## II- CLASIFICACIÓN DE COMBINACIONES DE AMBIENTES

El análisis de la varianza identificó a todas las variables significativas al 1 % de probabilidad al considerar las combinaciones de ambientes L x A y L x C (Tabla II-1). Para los ambientes A x C, las variables GH y W fueron significativas al 5 % de probabilidad y no se demostraron diferencias entre Ciclos para la variable V (Tabla II-1). El procedimiento Stepwise seleccionó las 8 variables de calidad consideradas para las combinaciones de ambientes L x A y L x C. La variable D no fue seleccionada cuando se consideró el ambiente A x C. Como consecuencia dicha variable fue eliminada del ADC y del análisis de clusters (Tabla II-2).

Tabla II-1 : ANVA. Prueba univariada para combinaciones de ambientes. Valor de F y su probabilidad.

variables	L x A	A x C	L x C
PROT	94,43 <0,01	0,04 <0,01	44,72 <0,01
PH	22,76 <0,01	0,08 <0,01	10,36 <0,01
GH	79,25 <0,01	0,02 *	33,54 <0,01
GE/C	28,18 <0,01	0,05 <0,01	8,46 <0,01
FN	85,17 <0,01	0,69 <0,01	31,93 <0,01
D	7,23 <0,01	0,04 <0,01	3,04 <0,01
W	27,82 <0,01	0,02 *	10,89 <0,01
V	20,17 <0,01	0,01 ns	8,71 <0,01

Tabla II- 2 : Test multivariado. Procedimiento de stepwise para selección de variables. R cuadrados parciales y sus probabilidades.

variables	L x A	AXC	L x C
PROT	0,65<0,0001	0,17 <0,0001	0,73<0,0001
PH	0,23<0,0001	2,25=0,0486	0,32<0,0001
GH	0,06<0,0001	4,21=0,0009	0,11=0,0004
GE/C	0,35<0,0001	0,05<0,0001	0,33<0,0001
FN	0,63<0,0001	0,41<0,0001	0,67<0,0001
D	0,09<0,0001	Ns	0,14<0,0001
W	0,18<0,0001	0,07<0,0001	0,22<0,0001
V	0,19=0,0007	0,02=0,0162	0,23<0,0001

Ns: NO SELECCIONADO.

### II.a- Clasificación de Localidad x Año

La tabla II-3 muestra las medias y los desvíos estándar de las combinaciones L x A.



Las siete variables resultaron ser estadísticamente diferentes usando métodos uni o multivariados (Tabla II-1). El análisis de paso a paso seleccionó como las variables más importantes a PROT, FN Y GE/C, y a las variables D y GH como las de menor importancia (Tabla II-2).

Todos los ambientes se diferenciaron entre sí con distancias de Mahalanobis estadísticamente significativas (Tabla II-4). También el análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre ambientes ( $\lambda = 0,037$ ;  $F_{88, 3655,4} = 27,15 < 0,0001$ ). Sin embargo el fenograma agrupó los ambientes en 2 grupos principales dentro de los cuales se separaron 5 subgrupos de ambientes. Algunos grupos parecen responder a regiones particulares mientras que otros a los años de ensayo (Figura II-1).

Las tres primeras funciones discriminantes explicaron el 91,12 % de la variabilidad total (Tabla II-5). Coincidentemente con los coeficientes canónicos totales estandarizados, la estructura canónica entre grupos seleccionó a las variables PROT, FN y GE/C como a las de mayor peso discriminatorio para la primera, segunda y tercera función canónica, respectivamente (Tabla II-6 y II-7). Sin embargo, otras variables tales como GH, D y W fueron importantes en la separación de ambientes (Tabla II-6).

La primera función separó sobre el cuadrante derecho a las poblaciones con menores medias para PROT, GH y V. Los ambientes más extremos fueron CS-05, CHA-05 y 9J-05. Las combinaciones de ambientes BA-05, PE-05 y BO-05 fueron separadas del resto, sobre la segunda función discriminante (Fig. II-2), por compartir los más altos promedios alcanzados para las variables FN, D y W (Tabla II-3). Opuestamente, sobre el segundo eje (segunda función) del gráficos, se posicionó el ambiente AC-03 con los mas bajos valores para dichas tres variables. La tercera función discriminante separó al ambiente BA-05 del resto por presentar altos valores para GE/C. En el otro extremo, los ambientes BO-05, BU-03, 9J-05 tuvieron los valores más bajos para dicha variable.

Tabla II-3: Medias y desvíos estándar para todas las variables por combinaciones de ambientes (Localidad x Año)

LXA		PROT	PH	GH	GE/C	FN	D	W	Vol
Bu-03	MED	12,47	81,78	30,28	106,08	388,63	12,86	409,37	613,29
	DE	0,74	1,46	3,02	11,58	30,88	6,17	82,36	51,04
KI-03	MED	12,93	79,98	30,57	120,96	368,09	21,10	383,09	623,66
	DE	0,73	1,81	2,53	12,41	40,35	9,71	77,57	69,68
AC-03	MED	13,00	78,67	30,75	112,40	280,25	11,61	343,60	613,25
	DE	1,18	1,90	2,78	13,81	77,82	5,05	67,25	83,23
Bu-05	MED	12,12	80,90	27,64	133,37	427,50	22,52	380,68	640,16
	DE	0,81	2,32	2,28	16,10	35,15	12,10	78,50	76,59
BA-05	MED	13,88	82,51	34,10	135,81	493,86	29,64	492,54	605,04
	DE	0,87	2,14	2,97	11,88	44,19	16,83	98,36	61,54
PL-05	MED	12,52	79,11	29,43	118,31	444,38	23,50	346,50	628,75
	DE	0,93	1,81	3,72	14,21	57,61	16,38	74,63	57,61
9J-05	MED	11,48	81,19	26,56	104,23	441,62	22,84	341,77	611,64
	DE	0,59	2,17	2,47	16,09	35,13	14,59	62,37	52,17
CH-05	MED	11,10	82,54	24,43	124,43	438,67	17,30	316,33	553,11
	DE	0,93	1,67	3,37	13,89	47,44	15,72	69,24	47,19
MJ-05	MED	12,17	82,38	28,63	110,56	449,29	17,47	376,17	615,23
	DE	1,23	2,09	4,15	14,37	37,42	11,68	73,98	62,45
PE-05	MED	13,36	81,83	32,87	121,68	516,38	22,04	438,08	636,36
	DE	0,73	1,87	2,87	14,45	55,58	14,03	72,65	64,58
CS-05	MED	10,03	82,71	22,46	113,50	427,41	16,19	296,64	549,73
	DE	0,56	1,93	2,65	14,39	30,18	15,18	68,20	57,82
BO-05	MED	14,55	80,48	36,30	106,79	496,39	25,85	418,39	703,93
	DE	1,36	1,89	4,62	12,42	40,97	15,01	71,02	78,78

Tabla II-4: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad. Comparaciones entre ambientes (Localidad x año).

	Bu-03	Bu-03	Bu-03	Bu-03	Bu-03	Bu-03	Bu-03	Bu-03
Bu-03	0	3,42**	10,96**	6,66**	13,07**	6,10**	6,41**	9,57**
KI-03		0	5,25**	5,68**	12,18**	5,04**	10,85**	12,19**
AC-03			0	20,45**	30,50**	17,71**	25,09**	29,20**
Bu-05				0	8,98**	3,16**	6,17**	3,99**
BA-05					0	11,85**	19,49**	13,80**
PL-05						0	3,74**	6,84**
9J-05							0	4,68**
CH-05								0
MJ-05								
PE-05								

CS-05

BO-05

	Bu-03	Bu-03	Bu-03	Bu-03
Bu-03	3,57**	9,67**	13,06**	10,70**
KI-03	8,30**	13,01**	19,38**	12,49**
AC-03	23,15**	32,88**	36,54**	26,22**
Bu-05	4,04**	6,59**	9,40**	13,53**
BA-05	11,23**	4,47**	25,92**	13,07**
PL-05	3,74**	6,09**	11,35**	7,08**
9J-05	2,06**	9,59**	3,86**	12,26**
CH-05	3,37**	9,23**	3,21**	19,40**
MJ-05	0	4,37**	6,26**	8,44**
PE-05		0	16,46**	5,63**
CS-05			0	26,82**
BO-05				0

Tabla II-5: Valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	%ACUMULATIVO
1	0,4125	41,25<0,0001
2	0,3371	74,96<0,0001
3	0,1615	91,12<0,0001
4	0,0533	96,45<0,0001
5	0,0161	98,06<0,0001
6	0,0123	99,28<0,0001
7	0,0049	99,78=0,0162
8	0,0022	1 ns

Tabla II-6: Estructura canónica entre grupos de ambientes (Localidad x Año).

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4	Can5	Can6
PROT	-0,82	0,56	-0,13	0,00	0,00	-0,03
PH	0,66	0,39	0,30	-0,55	0,02	-0,12
GH	-0,79	0,58	-0,18	-0,08	0,01	0,04
GE/C	-0,03	0,36	0,85	0,37	0,06	-0,08
FN	0,32	0,93	-0,16	0,05	-0,02	0,04
D	-0,11	0,79	0,04	0,40	-0,09	0,24
W	-0,53	0,75	0,21	-0,22	0,19	0,13
V	-0,61	0,41	-0,52	0,25	0,31	-0,11

Tabla II-7: Estructura canónica total estandarizada (Localidad x Año)

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4	Can5	Can6
----------	------	------	------	------	------	------

PROT	-1,57	0,43	0,43	0,12	-1,38	-2,19
PH	0,42	0,17	0,12	-0,75	-0,10	-0,63
GH	-0,09	0,15	-0,60	-0,49	0,44	1,82
GE/C	-0,02	0,33	1,02	0,49	0,21	-0,12
FN	0,96	1,34	-0,45	0,28	-0,10	-0,03
D	0,10	-0,23	-0,05	0,40	-0,47	0,56
W	-0,32	0,15	0,76	-0,40	0,84	0,58
V	0,30	-0,07	-0,75	0,36	1,02	-0,36

Figura II-1: Análisis de Clusters, Fenograma de Localidad x año construido utilizando la varianza mínima de Ward.

# AÑO x LOCALIDAD

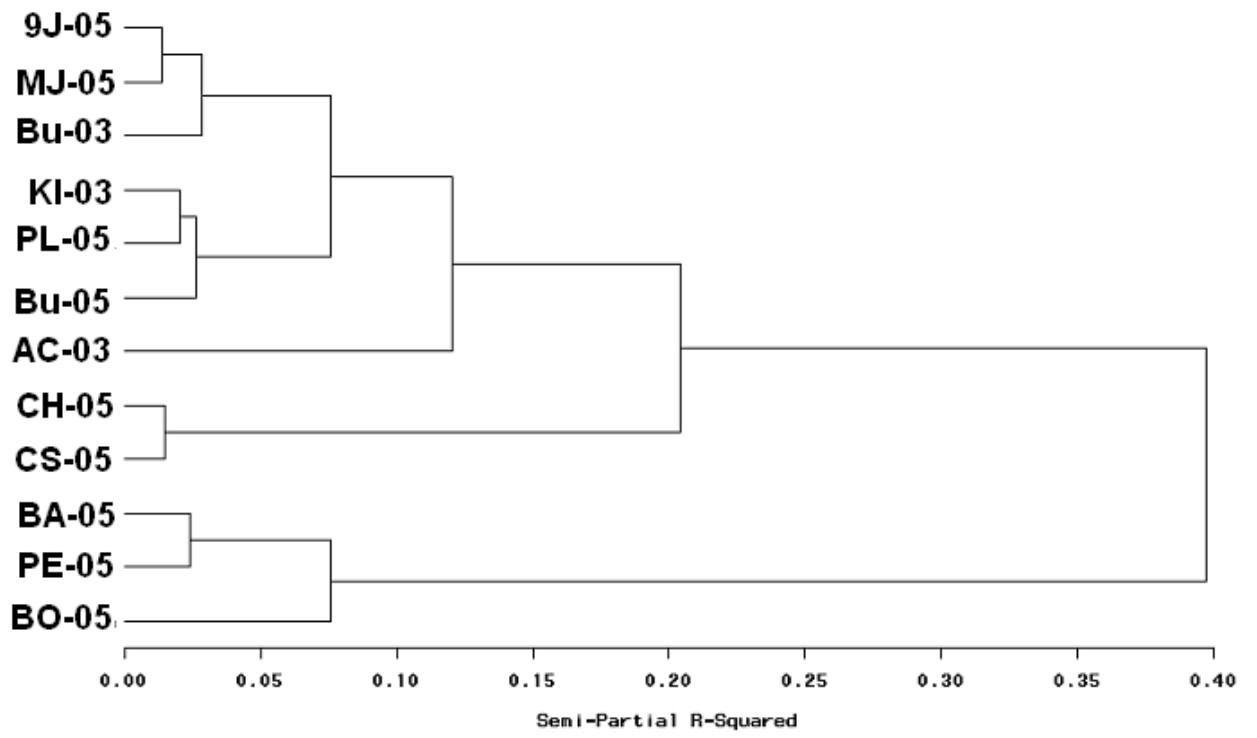


Figura II-2: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para (Localidad x Año). a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2), b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 3 (CAN 3), c) Función discriminante canónica 2 (CAN 2) versus 3 (CAN 3).

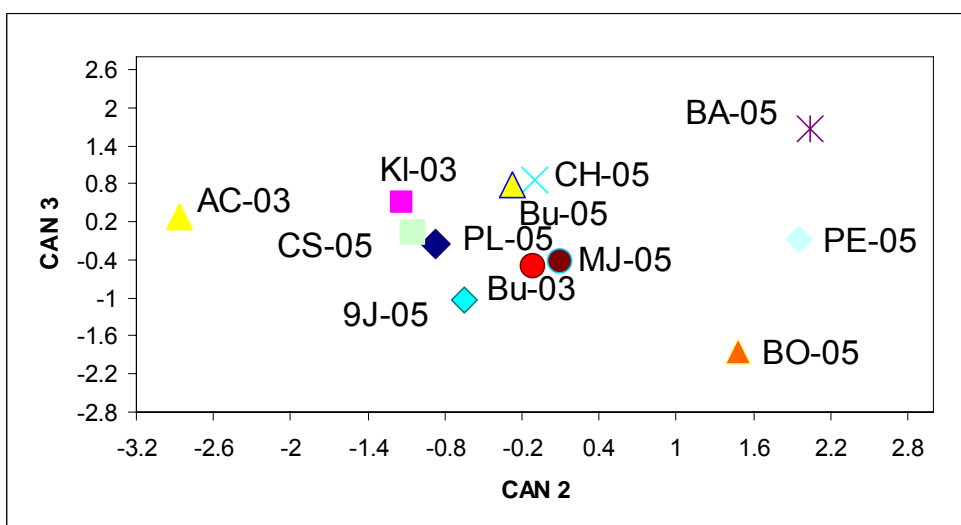
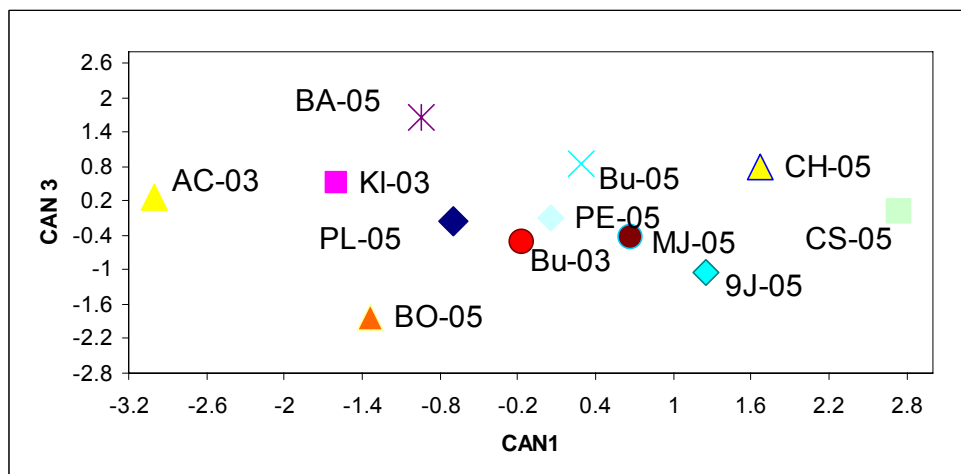
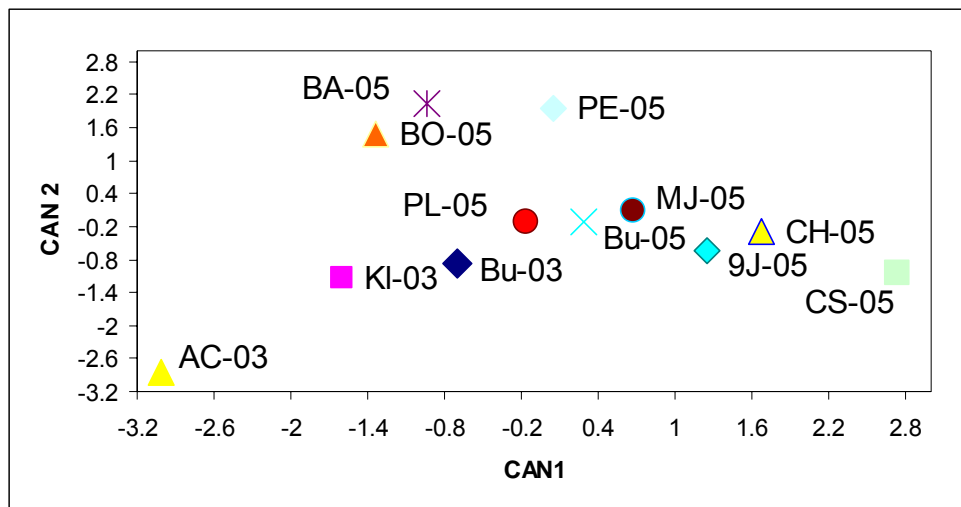
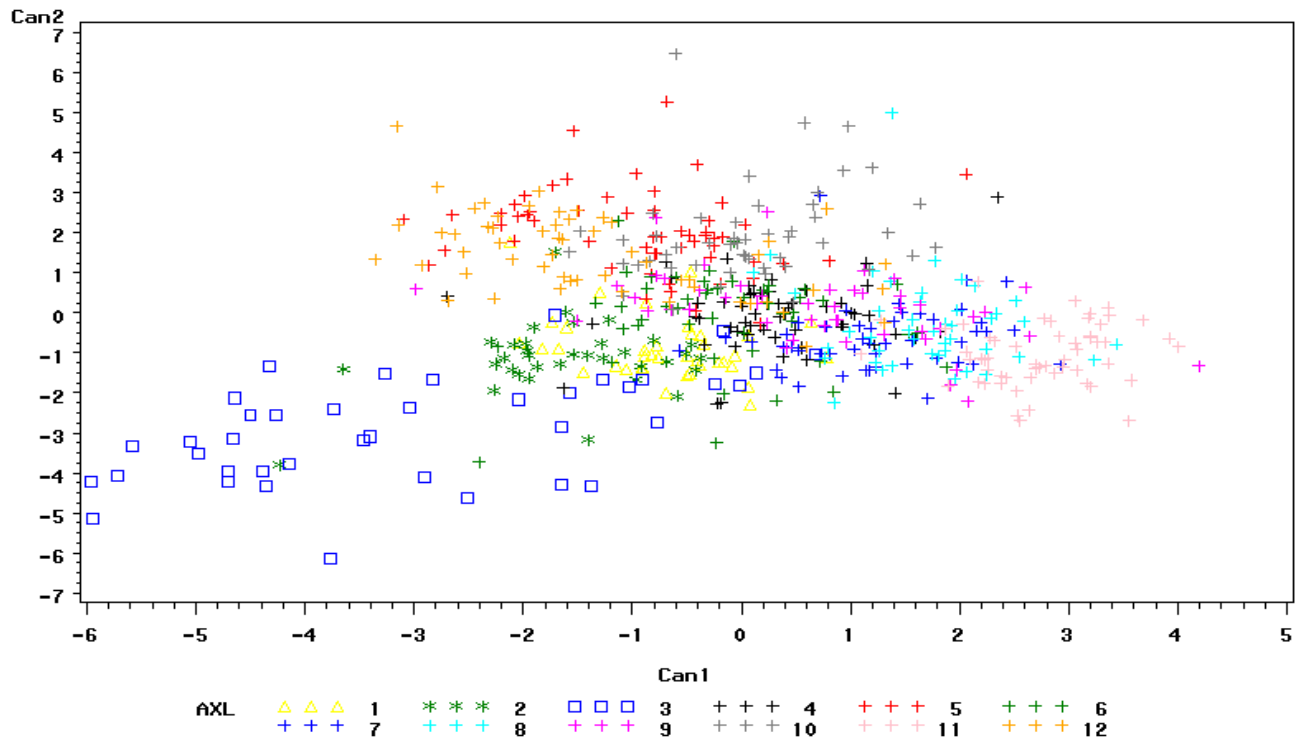
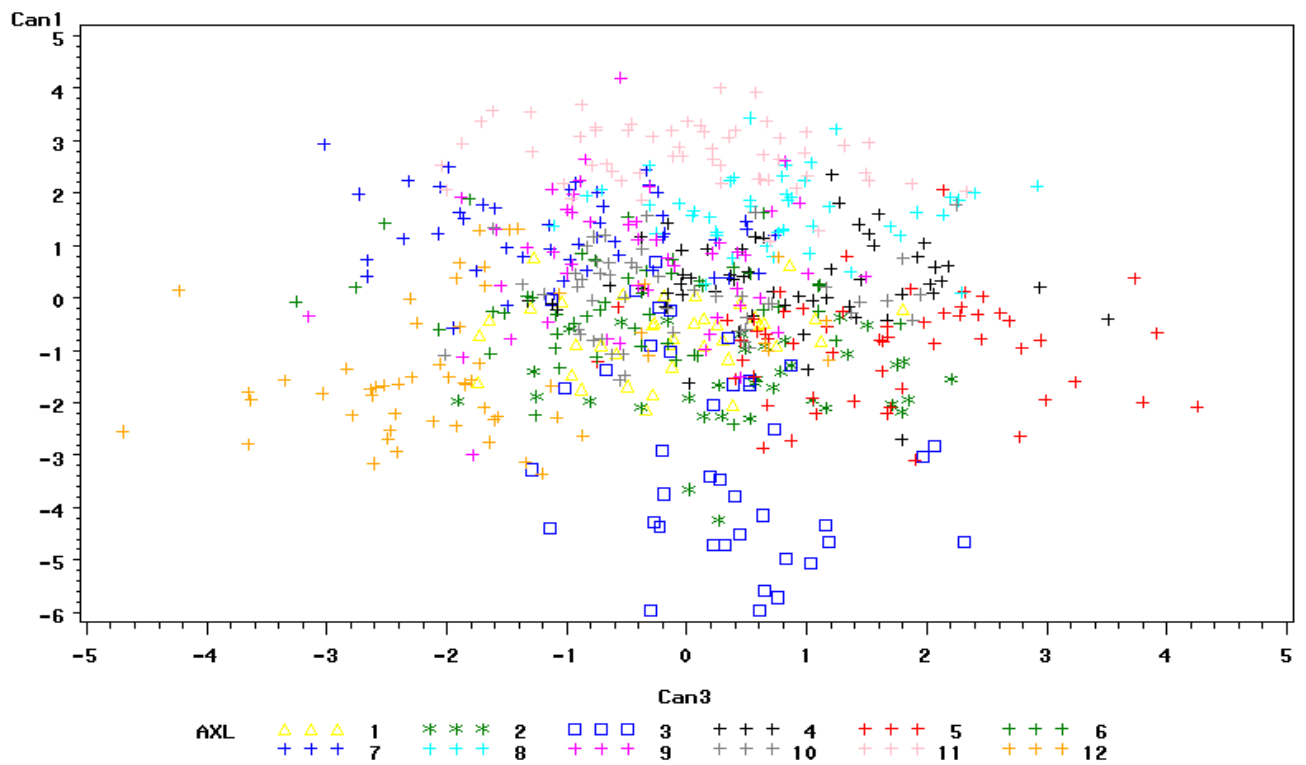


Figura II-3: Análisis discriminante canónico. Clasificación de genotipos. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2), b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 3 (CAN 3), b) Función discriminante canónica 2 (CAN 1) versus 3 (CAN 3).

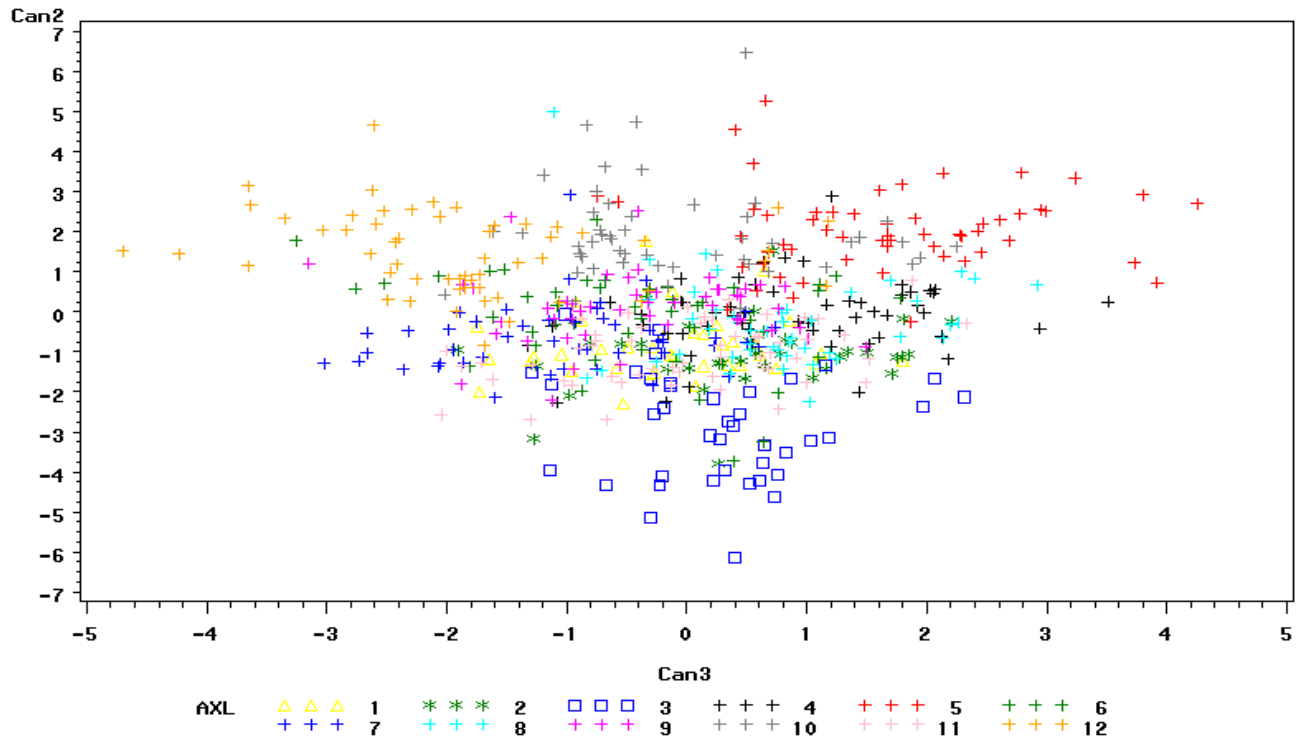
### C.CAN 1 vs C.CAN 2



### C.CAN 1 vs C.CAN 3



# C.CAN 2 vs C.CAN 3





## II.b- Clasificación Año x Ciclo

La variable D no fue utilizada para el análisis discriminante debido a que no fue seleccionada por el análisis Stepwise posiblemente por ser redundante con la información aportada por otra variable. El análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre ambientes ( $\lambda = 0,40$ ;  $F_{40, 2452,5} = 14,5 < 0,0001$ ). La tabla II-8 muestra las medias y los desvíos estándar de las combinaciones A x C.

Las distancias de Mahalanobis  $D^2$  no demostraron diferencias significativas entre los ambientes C2-05 *versus* C1-05 y entre C3-05 *versus* C2-05 (Tabla II-9), esto indica que los ciclos no se diferenciaron durante la campaña 2005-06, con excepción del ciclo 1 *versus* el ciclo 3. El fenograma clasificó las combinaciones A x C en dos grupos principales definidos por los Años (Figura II-4). Se observó que la variación entre años fue mayor que la variabilidad entre ciclos.

Las 3 primeras funciones fueron significativas y representaron el 98,42 % de la variabilidad total. Las variables FN y PH fueron las de mayor peso sobre la primera función canónica (Tabla II-11). Para la segunda función, la variable GE/C fue responsable de la separación entre grupos, y la tercera función seleccionó con mayor peso las variables W y V (Tabla II-11). La primera función canónica separó los años, siendo la campaña 2005-06 la que tuvo los mayores valores para FN y PH (Fig.II-5). La segunda función discriminante separó los Ciclos. El C3 se alejó del resto por presentar altos valores de GE/C, independientemente de la campaña. La tercera función discriminante separó al C2-03 del resto por presentar los más altos valores para las variables W y V (Fig. II-5).

Las variables con mayor carga seleccionadas al estandarizar los datos para las tres primeras funciones discriminantes fueron FN, GH y PROT.

Tabla II-8: Medias y desvíos estándar para todas las variables por ambiente  
(Año x Ciclo)

		PROT	PH	GH	GE/C	FN	D	W	Vol
C1-03	MED	12,37	80,00	29,99	108,73	356,57	15,04	375,72	599,02

	DE	0,79	2,26	2,76	14,08	58,89	8,94	93,01	72,89
C2-03	MED	13,11	81,04	31,36	109,05	350,25	16,66	430,67	638,50
	DE	0,80	1,43	3,23	9,52	74,16	7,14	71,15	74,70
C3-03	MED	13,09	79,74	30,65	119,57	326,81	13,95	350,91	622,88
	DE	0,99	2,28	2,43	13,47	81,93	7,95	51,96	57,61
C1-05	MED	12,10	81,68	28,51	115,83	448,53	21,36	382,62	610,38
	DE	1,51	2,16	5,18	19,06	48,20	15,62	95,44	68,70
C2-05	MED	12,54	81,68	29,97	119,25	463,60	23,32	387,57	616,60
	DE	1,75	2,53	5,74	16,28	59,18	16,72	105,76	89,91
C3-05	MED	12,50	81,29	29,37	121,20	466,15	21,73	374,20	622,47
	DE	1,66	2,18	5,48	17,35	51,81	13,66	88,47	73,53

Tabla II-9: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad. Comparaciones entre ambiente (Año x Ciclo).

	C1-03	C203	C3-03	C1-05	C2-05	C3-05
C1-03	0	1,33**	2,22**	4,98**	5,96**	6,98**
C2-03		0	1,78	7,08**	8,19**	9,20**
C3-03			0	8,52**	9,11**	9,54**
C1-05				0	0,21ns	0,44**
C2-05					0	0,19ns
C3-05						0

Tabla II-10: Valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	%ACUMULATIVO
1	0,8708	87,08<0,0001
2	0,0895	96,03<0,0001
3	0,0239	98,42*
4	0,0107	99,49ns
5		1 ns

Tabla II-11: Estructura canónica entre grupos de ambientes (Año x Ciclo).

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4	Can5
PROT	-0,56	-0,62	0,26	0,42	0,24
PH	0,86	0,28	0,37	0,13	-0,17
GH	-0,63	-0,30	0,13	0,63	0,31
GE/C	0,62	-0,78	-0,05	0,08	-0,06
FN	1,00	0,02	0,03	0,05	0,04
W	0,06	0,60	0,68	0,35	0,23
V	0,02	-0,64	0,69	0,14	0,32

Tabla II-12: Estructura canónica total estandarizada (Año x Ciclo)

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4	Can5
PROT	-0,51	-2,26	1,39	-0,42	0,01
PH	0,12	-0,07	0,62	0,37	-0,69
GH	-0,08	1,53	-1,55	1,49	0,06
GE/C	0,21	-0,48	-0,15	0,11	-0,13
FN	1,47	-0,07	-0,10	-0,13	0,45
W	-0,37	0,73	0,57	-0,25	0,56
V	0,26	0,02	0,39	-0,38	0,20

Figura II-4: Análisis de Clusters. Fenograma de Año x Ciclo construido utilizando la varianza mínima de Ward.

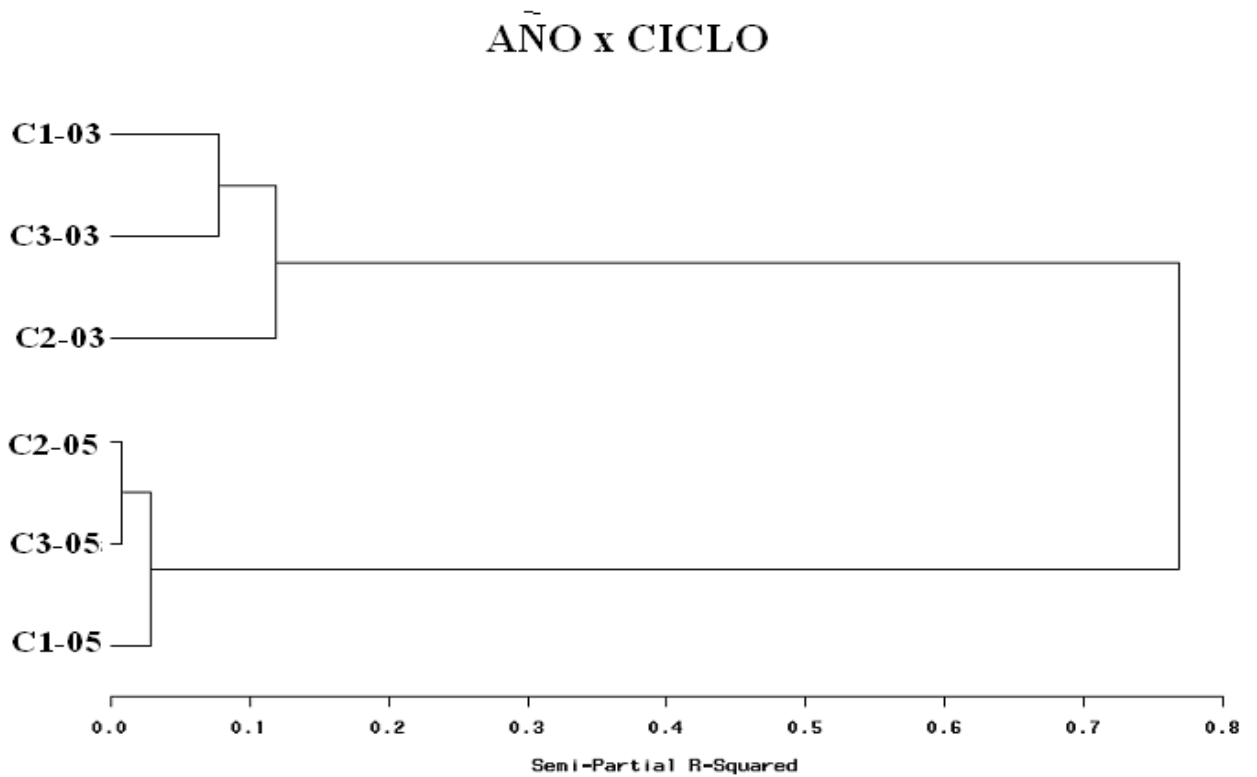


Figura II-5: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para (Año x Ciclo). a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2), b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 3 (CAN 3).

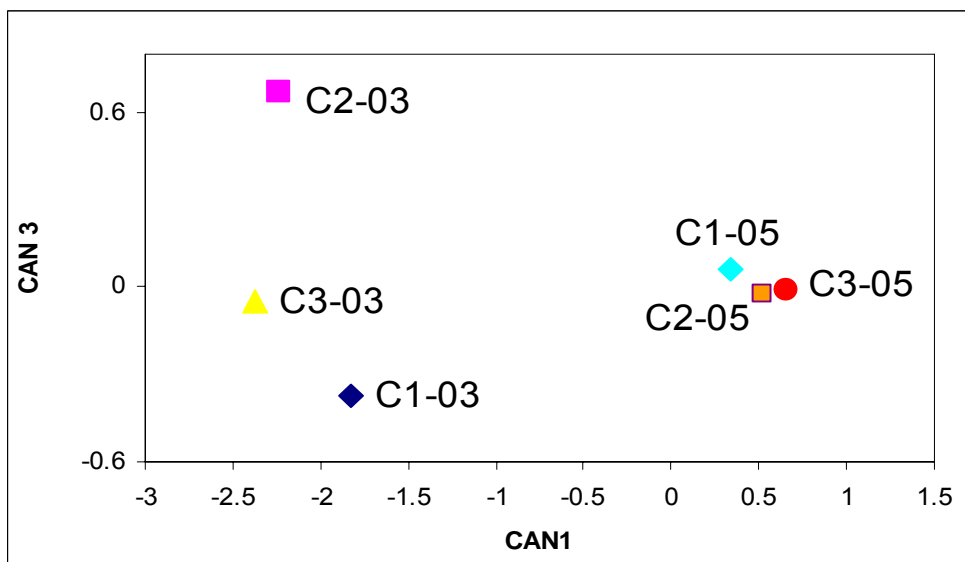
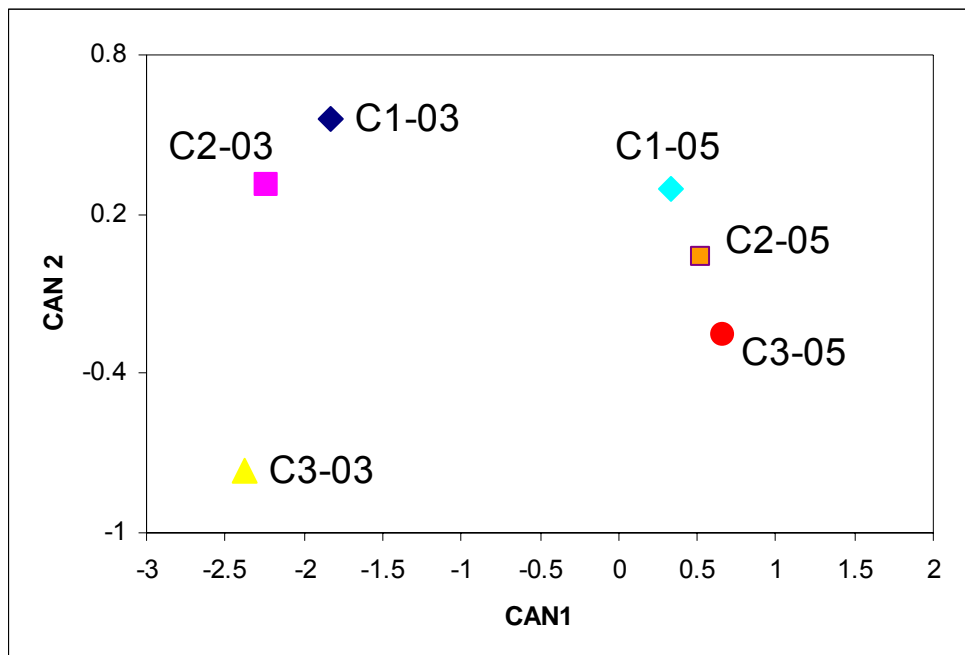
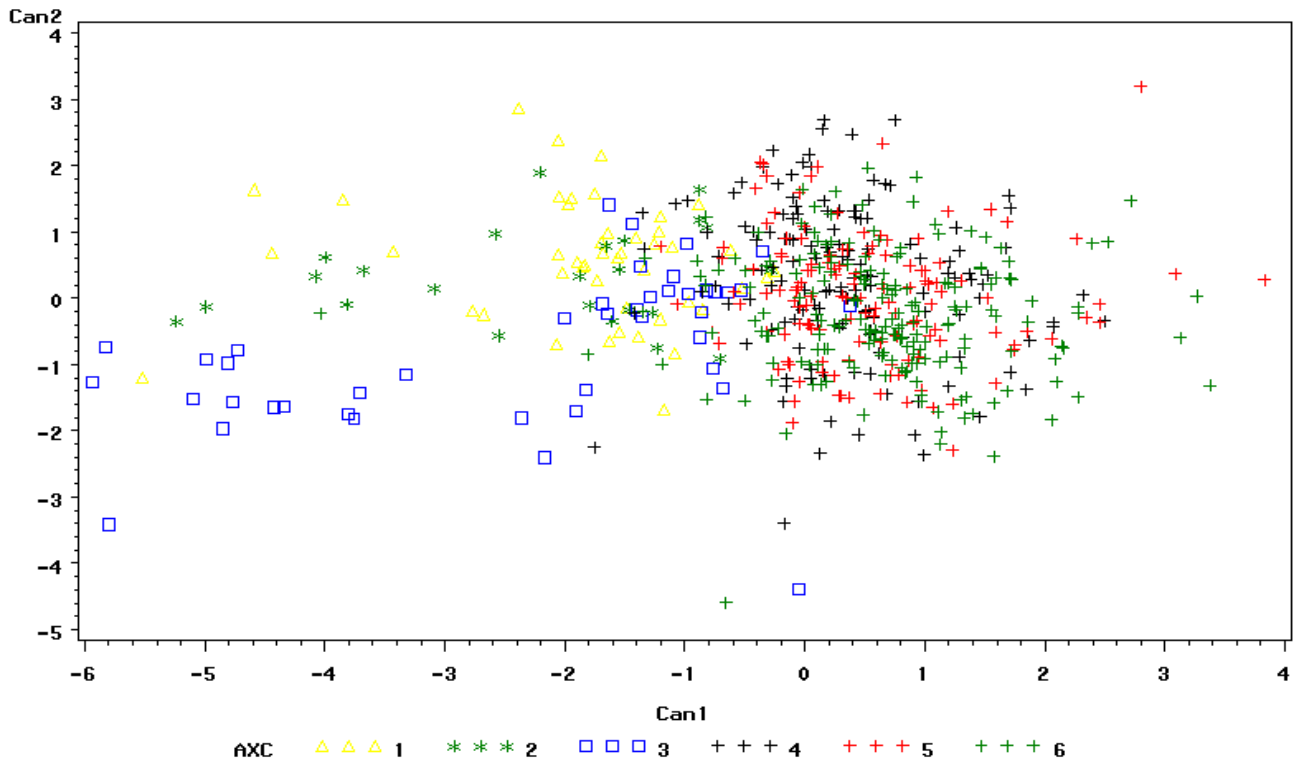
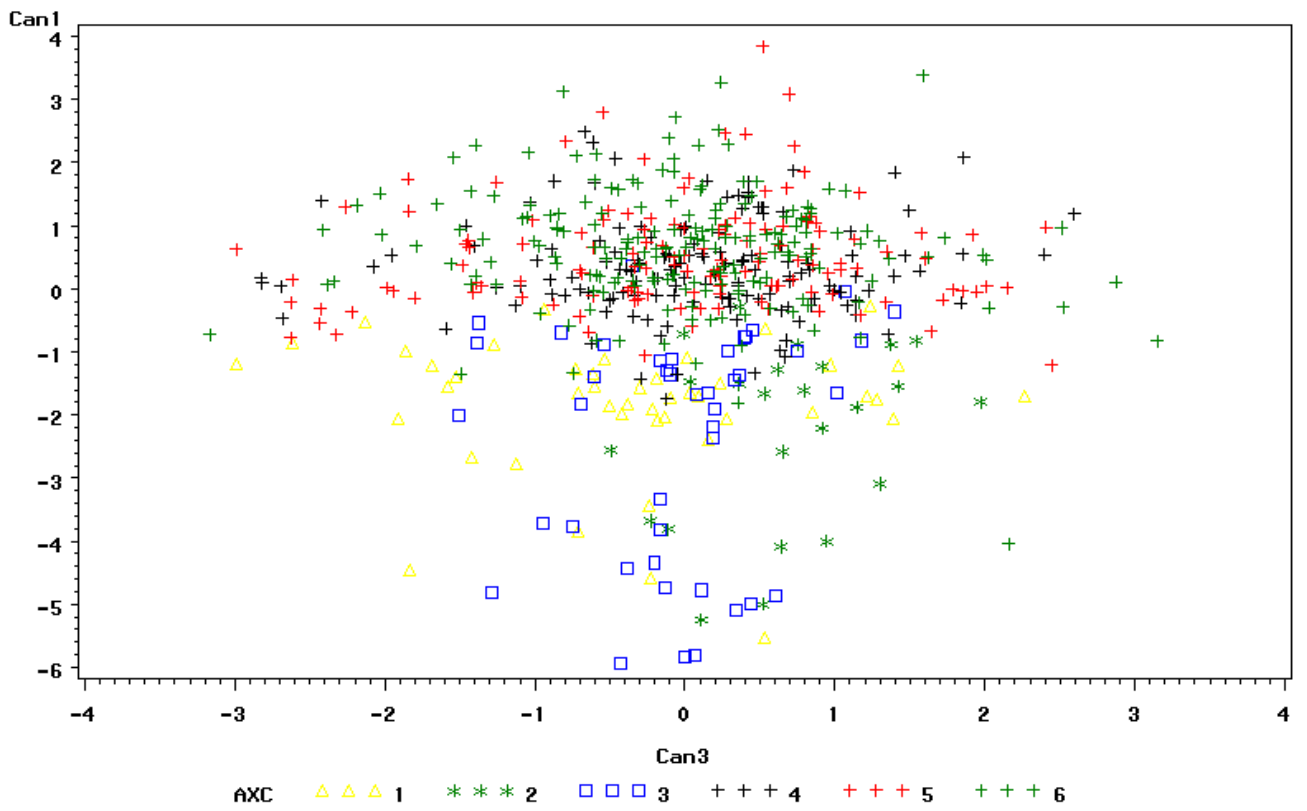


Figura II-6: Análisis discriminante canónico. Clasificación de genotipos, a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2), b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 3 (CAN 3).

## C.CAN 1 vs C.CAN 2



## C.CAN 1 vs C.CAN 3



### II. c- Clasificación de Localidad x Ciclo

Las ocho variables resultaron ser estadísticamente diferentes usando métodos uni o multivariados (Tabla II-1 y II-2). El análisis de paso a paso seleccionó como las variables más importantes a PROT y FN y a las variables GH y D como las de menor importancia (Tabla II-2).

La tabla II-13 muestra las medias y los desvíos estándar de las combinaciones L x C.

Las distancias de Mahalanobis no demostraron diferencias para el ciclo 1 y el ciclo 2, en las localidades BU, KL, MJ, PER, CHA, 9JU, PLA y CS. Tampoco se demostraron diferencias significativas o lo hicieron al 5 % de probabilidad, para el C1 vs el C3 en las localidades CHA, PE, KL Y CS, y al comparar el C2 vs C3, en las localidades BU, MJ, PE, BA, CHA, PLA, 9JU. Los siguientes ambientes no se distanciaron entre sí significativamente al 1% de probabilidad: BU-C1 vs. KL-C2, BU-C2 vs. KL-C2, PLA-C2 vs. BO-C1, PLA-C3 vs. BO-C1, CHA-C1 vs. CS-C2, PLA-C1 vs. BU-C3, PLA-C2 vs. MJ-C3, PLA-C3 vs. MJ-C3, MJ-C2 vs. 9JU-C2, MJ-C3 vs. 9JU-C2, MJ-C3 vs. 9JU-C3, MJ-C3 vs. BO-C1, PE-C1 vs. BO-C1, MJ-C2 vs. 9JU-C2 (Tabla II-14). Para el resto de los ambientes (L x C) las distancias de Mahalanobis fueron estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

El análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre ambientes ( $\lambda = 0,019$ ;  $F_{256, 4178,6} = 10,83 < 0,0001$ ). El fenograma agrupó los ambientes en 6 subgrupos de clusters asociados a las localidades y dentro de dichos grupos se asociaron los ciclos (Figura II-7). Este patrón de clasificación nos indica que la mayor variabilidad sería aportada por la localidad y luego el ciclo, que tendría una importancia secundaria. Sin embargo, existieron algunos ambientes de localidades distintas que se agruparon en forma conjunta, como por ejemplo BOR-C1 que se agrupó junto con los tres ciclos de KL, BU y PLA (Fig. II-7), mientras que BOR-C2 y BOR-C3 formaron otro grupo separadamente. La localidad 9 de Julio con sus tres ciclos se agrupó junto a Marcos Juárez. Los tres ciclos usados en Aca se agruparon en un mismo cluster. Coronel Suárez y Chacabuco en otro cluster separadamente, mientras que Barrow y Pergamino formaron un grupo alejado del resto.

Si consideramos el análisis canónico estandarizado, las variables responsables de dicho patrón fueron PROT, para el primer componente, FN, para el segundo, GE/C, W y V para la tercera función discriminante y GH para la cuarta función (Tabla II-17).

Las cuatro primeras funciones fueron significativas y sumaron el 94 % de la variación total (Tabla II-15). La primera función discriminante separó a los ciclos 3 y 2 de la localidad Aca por presentar los mayores valores de Proteína. En el otro extremo se ubicó CS con valores proteicos más bajos. La segunda función alejó del resto, sobre el eje positivo, al grupo formado por los ciclos de las localidades PE, BOR y BA debido a sus altos valores de FN, y además separó a la localidad de Aca, sobre el eje negativo, por tener los valores de FN más bajos. La tercera función alejó a los tres ciclos de la localidad BA debido a sus altos valores para GE/C y W, pero bajos para V. En el otro extremo se ubicaron los ciclos de las localidades BO y 9JUL con los valores de V más altos (Figura II-8).

Tabla II-13: Medias y desvíos estándar para todas las variables por ambiente  
(Localidad x Ciclo)

C X L		PROT	PH	GH	GE/C	FN	D	W	Vol
BU-C1	MED	12,13	81,49	29,01	115,74	403,47	15,03	398,00	608,69
	DE	0,68	2,19	3,08	18,36	31,07	9,39	91,15	58,11
BU-C2	MED	12,35	81,71	29,20	122,36	419,09	19,62	412,17	634,26
	DE	1,05	2,33	3,63	20,34	44,47	12,33	100,59	87,10
BU-C3	MED	12,31	80,81	28,17	127,75	414,31	20,96	375,85	643,28
	DE	0,72	1,70	2,16	19,19	39,84	11,30	53,24	61,14
KL-C1	MED	12,93	79,39	31,17	115,65	375,67	22,99	393,87	613,33
	DE	0,73	2,29	2,27	11,06	28,21	10,69	87,76	64,80
KL-C2	MED	13,09	81,12	30,86	116,55	381,25	21,13	439,88	650,63
	DE	0,78	1,19	3,35	8,52	36,96	7,45	53,90	110,09
KL-C3	MED	12,84	79,95	29,61	130,52	349,83	18,71	331,75	618,58
	DE	0,73	1,07	2,12	11,05	50,81	9,96	39,58	35,30
MJ-C1	MED	11,94	83,93	28,71	111,21	432,00	13,59	386,71	593,14
	DE	1,28	0,79	5,11	17,76	27,15	11,72	76,38	54,17
MJ-C2	MED	12,22	82,83	28,89	109,01	452,54	17,49	387,46	625,85
	DE	1,25	2,24	3,67	11,93	51,15	7,65	95,92	73,16
MJ-C3	MED	12,30	81,07	28,40	111,08	458,81	20,04	362,14	623,38
	DE	1,23	1,79	3,90	13,87	30,50	13,37	56,41	59,68
AC-C1	MED	11,80	79,30	28,27	107,37	320,13	9,63	321,75	556,31
	DE	0,46	2,19	1,51	16,37	85,16	3,15	69,57	76,63
AC-C2	MED	13,19	79,89	31,33	109,27	280,44	15,29	389,44	635,00
	DE	0,81	0,82	2,99	5,71	66,20	7,47	70,64	50,26
AC-C3	MED	14,16	77,26	33,03	119,64	237,60	11,51	339,40	660,93
	DE	0,35	1,01	1,08	11,59	53,19	3,93	51,44	71,53
PE-C1	MED	13,39	81,51	33,02	119,02	504,44	27,36	462,00	661,63
	DE	0,75	2,12	3,31	16,16	35,22	16,24	55,83	54,16
PE-C2	MED	13,34	82,20	33,22	120,45	517,85	20,25	423,46	638,62
	DE	0,91	1,87	3,38	14,15	67,20	15,20	92,63	75,30
PE-C3	MED	13,35	81,83	32,53	124,47	524,57	19,10	428,90	615,71
	DE	0,62	1,72	2,20	13,43	61,17	10,59	68,99	60,45
BA-C1	MED	14,51	80,97	36,03	130,07	505,67	25,35	500,33	624,47
	DE	0,76	1,95	2,71	11,59	45,98	16,81	119,22	76,18

BA-C2	MED	13,85	82,64	34,34	136,48	488,13	33,56	494,38	604,06
	DE	0,92	2,15	3,30	11,21	52,03	20,89	108,48	64,66
BA-C3	MED	13,52	83,36	32,79	138,83	490,44	29,70	486,68	594,00
	DE	0,70	1,77	2,25	11,67	37,80	13,78	80,31	48,13
CHA-C1	MED	10,57	82,50	22,69	119,99	412,38	16,16	292,63	542,81
	DE	0,59	1,29	2,71	16,31	11,84	16,40	52,64	44,01
CHA-C2	MED	11,38	82,22	25,56	126,38	456,25	17,68	328,25	556,25
	DE	1,21	2,30	4,41	9,96	73,82	16,58	87,30	64,11
CHA-C3	MED	11,39	82,79	25,27	127,23	451,00	18,09	330,24	560,59
	DE	0,79	1,54	2,49	13,50	35,01	15,39	66,90	36,18
PLA-C1	MED	11,83	79,43	27,40	123,21	412,06	21,14	333,88	620,50
	DE	0,73	1,91	4,15	16,70	48,22	18,64	89,31	41,00
PLA-C2	MED	12,76	79,07	30,29	120,45	455,15	22,32	348,38	617,92
	DE	1,10	2,05	4,14	14,71	40,61	16,26	68,09	59,48
PLA-C3	MED	12,94	78,87	30,55	112,72	464,21	26,29	355,84	643,11
	DE	0,61	1,60	2,18	9,64	64,83	14,86	67,58	67,41
9JU-C1	MED	11,40	81,82	25,95	91,43	437,53	25,94	369,27	619,67
	DE	0,40	1,75	2,33	14,64	26,49	17,32	49,33	49,87
9JU-C2	MED	11,66	80,77	27,32	106,67	444,50	19,49	351,21	620,43
	DE	0,87	3,02	3,13	13,27	40,86	13,66	67,55	64,58
9JU-C3	MED	11,40	80,98	26,47	113,01	442,78	22,87	311,50	598,11
	DE	0,43	1,64	1,94	12,59	38,24	12,99	57,63	42,57
BOR-C1	MED	13,35	80,43	32,05	110,57	483,80	25,47	405,53	684,67
	DE	1,08	1,69	3,62	16,14	41,26	12,00	59,17	65,12
BOR-C2	MED	14,80	81,06	36,95	107,58	505,84	31,79	436,37	706,84
	DE	1,44	1,92	5,08	10,28	44,81	18,39	94,56	95,37
BOR-C3	MED	15,15	80,00	38,63	103,52	496,82	20,99	411,64	714,55
	DE	0,91	1,93	2,49	10,86	36,68	12,13	52,48	72,39
CS-C1	MED	10,30	83,01	24,04	108,43	427,18	20,42	322,53	565,00
	DE	0,55	1,44	2,35	17,85	25,54	15,35	53,47	57,31
CS-C2	MED	10,09	82,91	22,84	115,07	421,06	19,58	303,94	517,50
	DE	0,62	2,53	2,89	13,05	37,51	17,50	89,78	52,31
CS-C3	MED	9,78	82,36	21,03	116,14	432,00	10,71	272,43	560,87
	DE	0,43	1,79	1,91	11,87	28,14	11,93	53,70	55,12

Tabla II-14: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad.  
Comparaciones entre ambiente (Localidad x Ciclo).

CXL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BU-C1	0,00	0,46ns	1,65**	4,50**	2,92*	7,27**	2,96**	2,94**	3,24**	6,25**	15,51**	39,66*
BU-C2		0,00	0,79ns	5,36**	3,01*	7,32**	3,26**	2,81**	2,95**	8,94**	17,55**	41,54*
BU-C3			0,00	4,94**	3,32**	5,15**	5,80**	4,42**	3,03**	8,74**	16,77**	37,63*
KL-C1				0,00	1,92ns	2,69*	13,18**	11,95**	9,23**	3,02**	6,31**	20,99*
KL-C2					0,00	3,55*	9,53**	8,73**	7,89**	5,90**	7,13**	24,13*
KL-C3						0,00	15,81**	15,27**	12,29**	5,20**	6,27**	17,00*
MJ-C1							0,00	1,02ns	3,75**	14,43**	27,50**	58,52*
MJ-C2								0,00	1,21ns	14,86**	27,56**	56,99*
MJ-C3									0,00	12,95**	25,52**	51,12*
AC-C1										0,00	6,13**	22,35*
AC-C2											0,00	7,47*
AC-C3												0,00



CXL	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
BU-C1	5,88**	8,14**	9,16**	13,80**	10,39**	10,40**	7,38**	5,66**	6,06**	2,69**	4,66**
BU-C2	4,45**	6,76**	7,55**	12,03**	8,46**	8,24**	7,60**	5,01**	5,25**	2,60**	4,27**
BU-C3	6,02**	8,59**	8,98**	13,27**	10,17**	10,03**	7,50**	5,16**	5,40**	1,42*	3,17**
KL-C1	11,29**	15,85**	16,37**	13,58**	12,50**	15,29**	17,92**	15,50**	16,37**	5,08**	5,23**
KL-C2	9,18**	13,38**	13,84**	12,06**	10,78**	12,09**	16,27**	13,79**	13,89**	6,16**	6,90**
KL-C3	16,55**	20,05**	19,80**	16,94**	14,84**	16,44**	17,64**	15,85**	15,91**	6,91**	8,00**
MJ-C1	6,95**	6,62**	8,38**	18,37**	12,86**	11,22**	5,30**	3,82**	3,67**	7,63**	9,35**
MJ-C2	4,34**	4,60**	6,44**	16,58**	13,14**	12,08**	6,07**	3,87**	4,05**	5,62**	6,14**
MJ-C3	3,83**	4,77**	5,88**	14,67**	12,95**	12,63**	6,55**	3,80**	4,41**	3,09**	2,56**
AC-C1	20,23**	24,38**	25,58**	25,92**	23,05**	25,18**	15,99**	17,51**	18,29**	7,16**	10,60**
AC-C2	30,56**	36,95**	37,96**	30,09**	29,52**	32,98**	34,01**	34,77**	34,74**	18,78**	21,21**
AC-C3	56,32**	64,00**	63,57**	47,29**	51,46**	56,93**	65,00**	64,18**	64,31**	40,30**	40,31**
PE-C1	0,00	1,12ns	1,90*	6,29**	5,97**	6,65**	16,08**	8,69**	9,68**	7,84**	4,27**
PE-C2		0,00	0,70ns	7,26**	7,04**	6,90**	16,22**	8,04**	8,93**	10,71**	6,02**
PE-C3			0,00	5,09**	5,54**	4,98**	16,94**	7,89**	8,77**	11,74**	6,30**
BA-C1				0,00	2,82**	4,30**	30,78**	19,09**	20,11**	17,85**	10,05**
BA-C2					0,00	0,67ns	22,16**	12,94**	13,39**	14,54**	10,14**
BA-C3						0,00	19,29**	10,56**	10,63**	15,20**	11,60**
CHA-C1							0,00	2,02ns	1,78ns	6,96**	12,18**
CHA-C2								0,00	0,16ns	5,66**	7,33**
CHA-C3									0,00	6,58**	8,64**
PLA-C1										0,00	2,32*
PLA-C2											0,00

CXL	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
BU-C1	6,43**	8,28**	3,83**	5,30**	6,37**	14,71**	20,00**	10,77**	10,98**	14,15**
BU-C2	6,08**	9,24**	4,20**	5,47**	5,44**	13,49**	19,41**	11,62**	11,82**	14,44**
BU-C3	4,85**	10,44**	4,73**	5,38**	5,52**	13,96**	19,75**	13,53**	13,20**	14,92**
KL-C1	6,56**	16,75**	11,09**	12,61**	9,58**	13,98**	17,40**	24,15**	23,62**	30,06**
KL-C2	8,27**	15,43**	10,55**	13,10**	8,43**	13,21**	17,39**	23,01**	23,12**	27,76**
KL-C3	10,55**	22,97**	15,75**	15,82**	14,17**	18,95**	22,63**	28,45**	26,26**	31,67**
MJ-C1	11,00**	6,84**	4,26**	4,96**	8,55**	16,92**	23,62**	6,60**	7,26**	9,60**
MJ-C2	6,54**	4,46**	1,95ns	3,19**	4,22**	12,02**	18,06**	7,33**	8,94**	9,73**
MJ-C3	2,58*	4,70**	1,24ns	2,23*	2,21*	9,78**	15,15**	9,59**	10,63**	11,12**
AC-C1	12,41**	16,59**	12,52**	13,47**	17,04**	25,17**	28,30**	21,31**	20,35**	26,57**
AC-C2	22,61**	32,35**	27,93**	30,68**	26,05**	29,11**	30,68**	43,37**	42,92**	50,65**
AC-C3	42,06**	65,06**	56,68**	59,75**	48,49**	47,33**	45,06**	81,57**	79,72**	88,07**
PE-C1	4,84**	12,75**	6,58**	8,75**	2,16*	5,80**	10,72**	18,01**	19,67**	21,93**
PE-C2	7,11**	15,12**	8,16**	9,73**	3,77**	6,79**	11,19**	18,52**	19,79**	21,34**
PE-C3	8,11**	18,41**	10,43**	11,93**	5,39**	8,53**	13,11**	21,79**	21,63**	23,44**
BA-C1	12,72**	32,33**	21,83**	24,42**	11,02**	9,34**	12,47**	39,54**	38,03**	44,02**
BA-C2	13,71**	27,35**	18,51**	19,01**	12,40**	13,24**	19,81**	29,28**	26,89**	34,76**
BA-C3	15,66**	26,97**	18,35**	18,62**	13,71**	16,20**	23,59**	27,21**	24,29**	30,97**
CHA-C1	14,36**	7,48**	5,65**	3,63**	15,97**	30,32**	39,73**	3,77**	1,96*	3,10**
CHA-C2	9,88**	9,46**	4,90**	3,44**	10,43**	21,50**	29,79**	6,73**	4,80**	6,24**
CHA-C3	11,28**	9,95**	5,78**	4,21**	11,47**	22,55**	31,26**	7,03**	4,96**	6,36**

PLA-C1	3,45**	8,27**	2,98**	3,01**	6,02**	15,93**	21,44**	10,84**	10,85**	12,63**
PLA-C2	0,70ns	11,53**	4,79**	5,41**	2,66*	7,98**	11,75**	17,32**	17,29**	19,63**
PLA-C3	0,00	9,67**	4,44**	5,62**	1,59ns	6,33**	9,84**	18,15**	19,44**	21,06**
9JU-C1		0,00	2,18ns	3,22**	9,25**	20,48**	27,99**	4,93**	7,95**	8,38**
9JU-C2			0,00	0,86ns	4,52**	14,83**	20,73**	5,39**	7,39**	7,54**
9JU-C3				0,00	6,88**	17,72**	24,79**	3,89**	4,81**	5,79**
BOR-C1					0,00	3,62**	7,08**	18,24**	21,03**	21,43**
BOR-C2						0,00	1,61*	33,63**	36,88**	39,83**
BOR-C3							0,00	43,53**	47,57**	49,56**
CS-C1								0,00	1,15ns	2,30ns
CS-C2									0,00	2,51ns
CS-C3										0,00

Tabla II-15: Valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	%ACUMULATIVO	
1	0,4747	47,47	<0,0001
2	0,2884	76,31	<0,0001
3	0,1404	90,35	<0,0001
4	0,0365	94,0	<0,0001
5	0,0218	96,19	<0,0001
6	0,0187	98,05	<0,0001
7	0,0123	99,28	=0,02
8	0,0072	1	NS

Tabla II-16: Estructura canónica entre grupos de ambientes (Localidad x Ciclo).

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4
PROT	0,88	0,46	-0,06	0,04
PH	-0,65	0,41	0,42	0,41
GH	0,84	0,51	-0,08	0,14
GE/C	0,13	0,19	0,86	-0,41
FN	-0,21	0,97	-0,08	-0,08
D	0,22	0,63	0,03	-0,08
W	0,54	0,65	0,31	0,33
V	0,69	0,32	-0,49	0,02

Tabla II-17: Estructura canónica total estandarizada (Localidad x Ciclo)

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4
PROT	2,14	0,15	0,44	-0,94
PH	-0,50	0,23	0,30	0,60
GH	-0,17	0,35	-0,41	1,05
GE/C	0,12	0,12	0,98	-0,52
FN	-0,83	1,50	-0,41	-0,47
D	-0,12	-0,26	-0,13	-0,13

W	0,19	0,05	0,78	0,55
V	-0,24	-0,02	-0,82	0,04

Figura II-7: Análisis de Clusters, Fenograma de Localidad x Ciclo construido utilizando la varianza mínima de Ward.

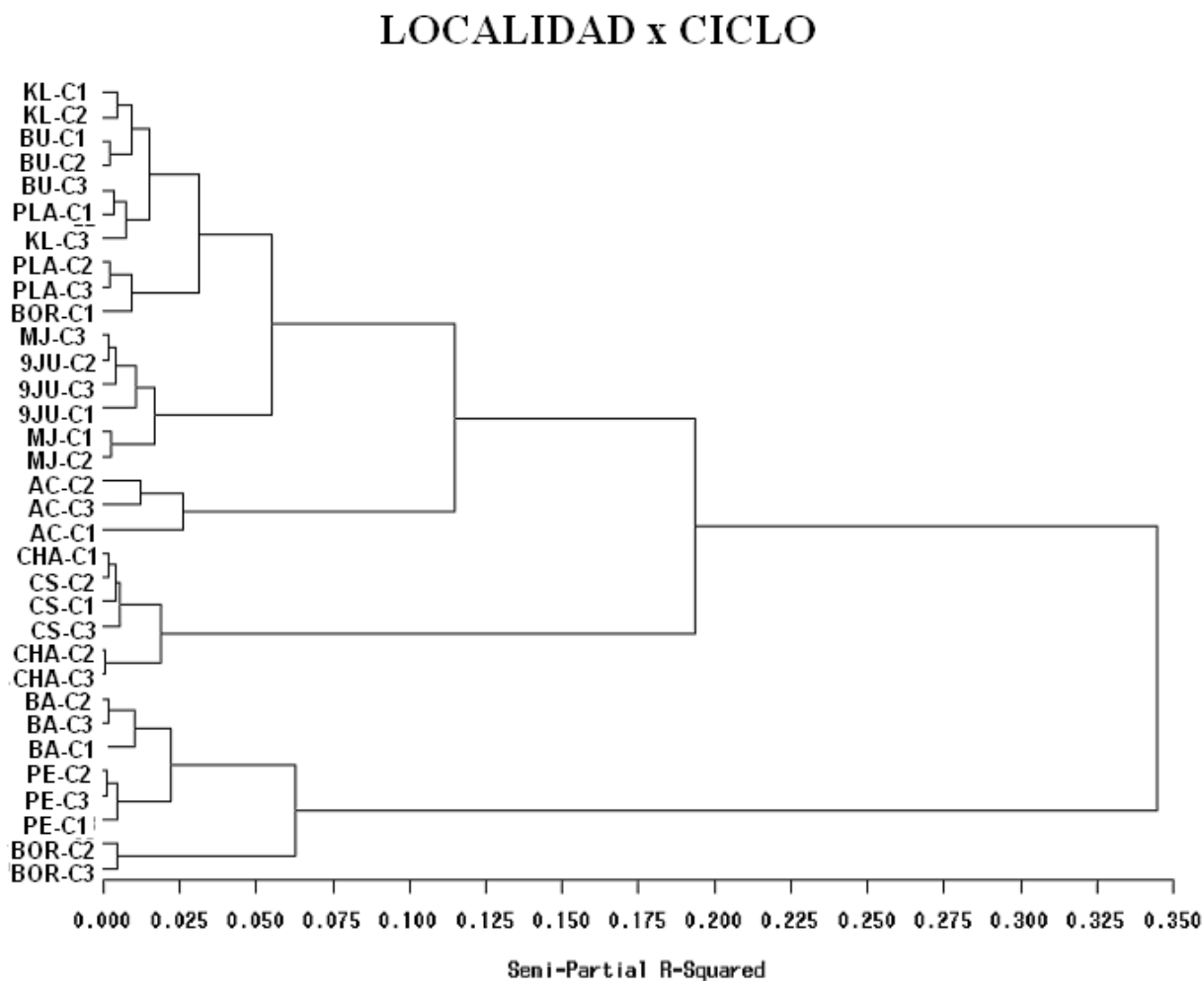
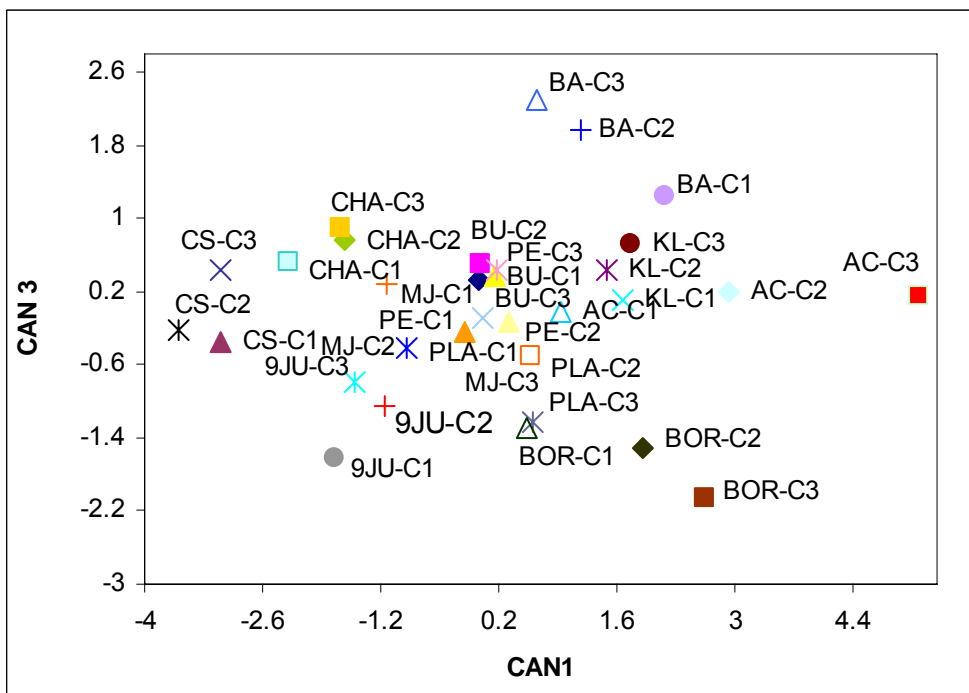
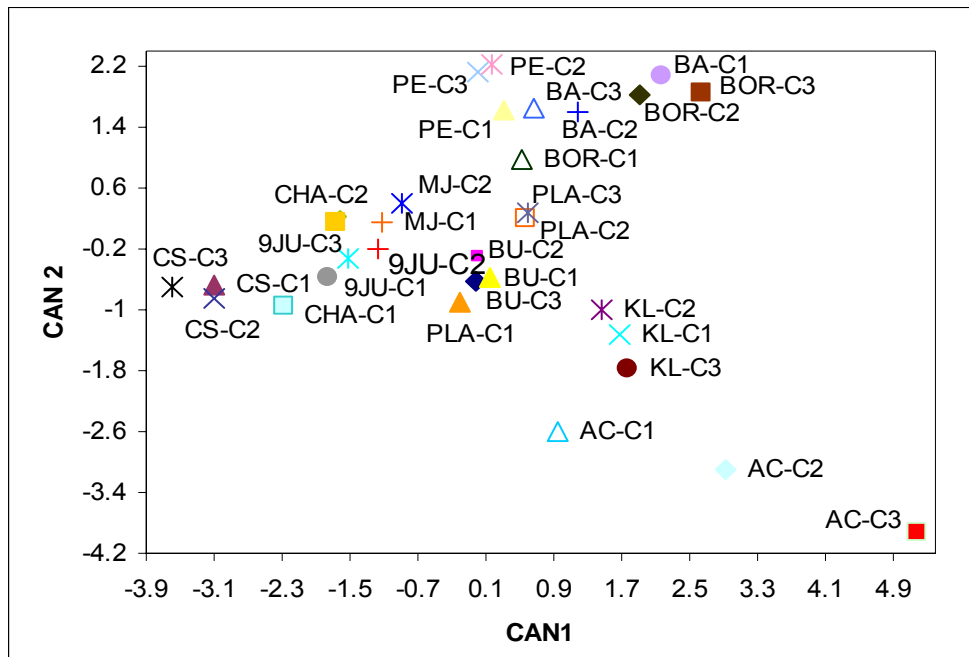


Figura II-7: Análisis discriminante canónico, Medias de clases para (Localidad x Ciclo), a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2), b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 3 (CAN 3). c) Función discriminante canónica 2 (CAN 2) versus 3 (CAN 3).



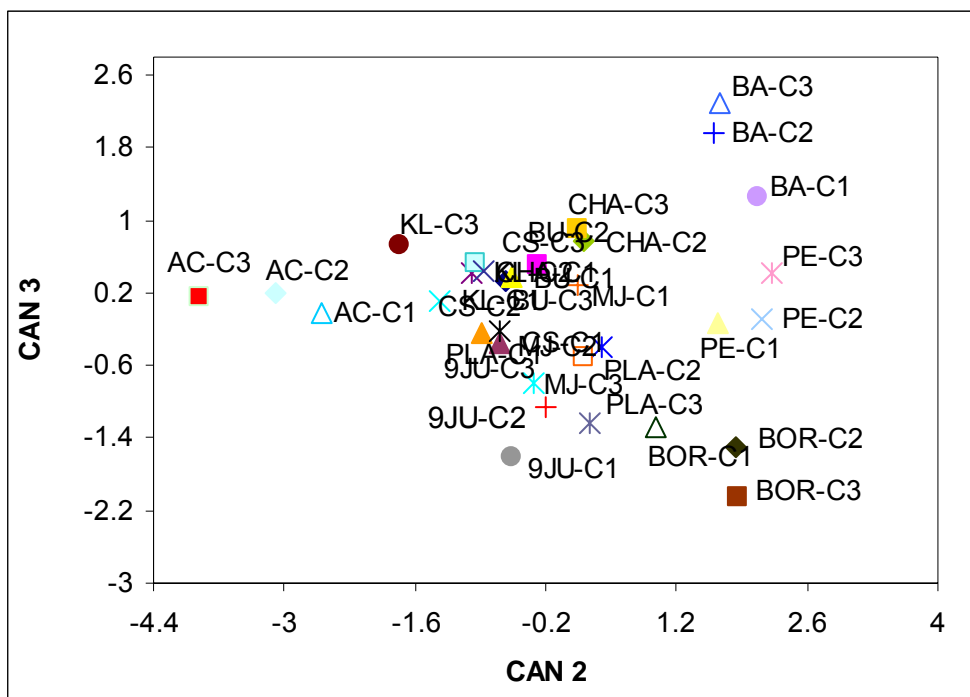
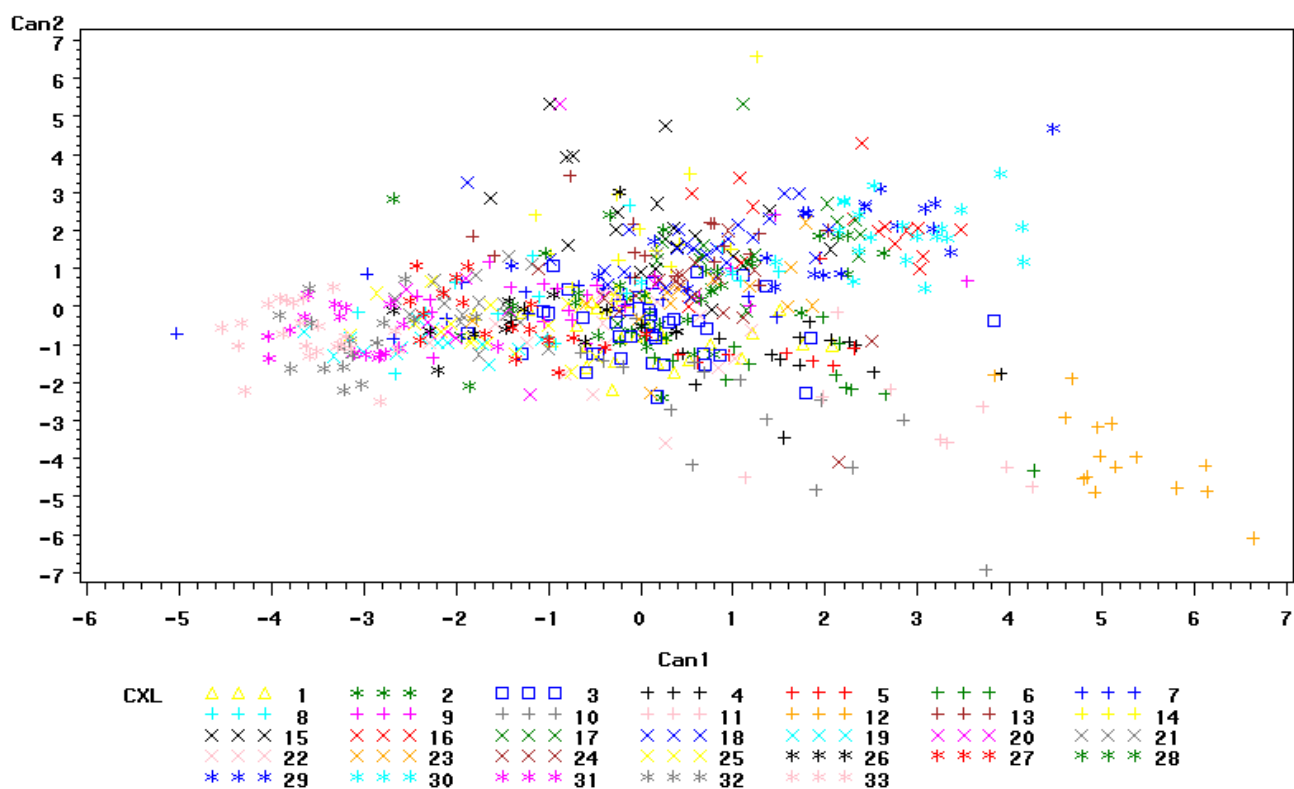
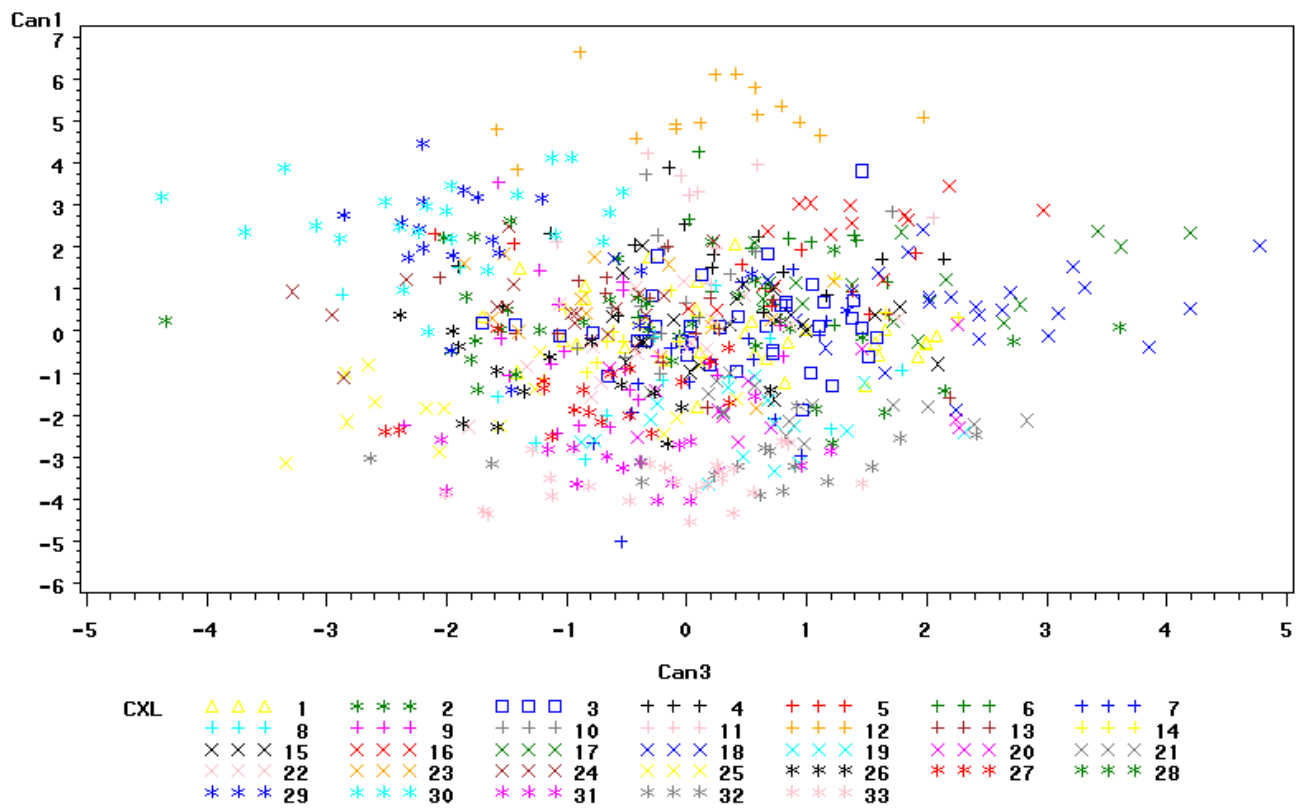


Figura II-8: Análisis discriminante canónico. Clasificación de genotipos. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2), b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 3 (CAN 2), c) Función discriminante canónica 2 (CAN 2) versus 3 (CAN 3).

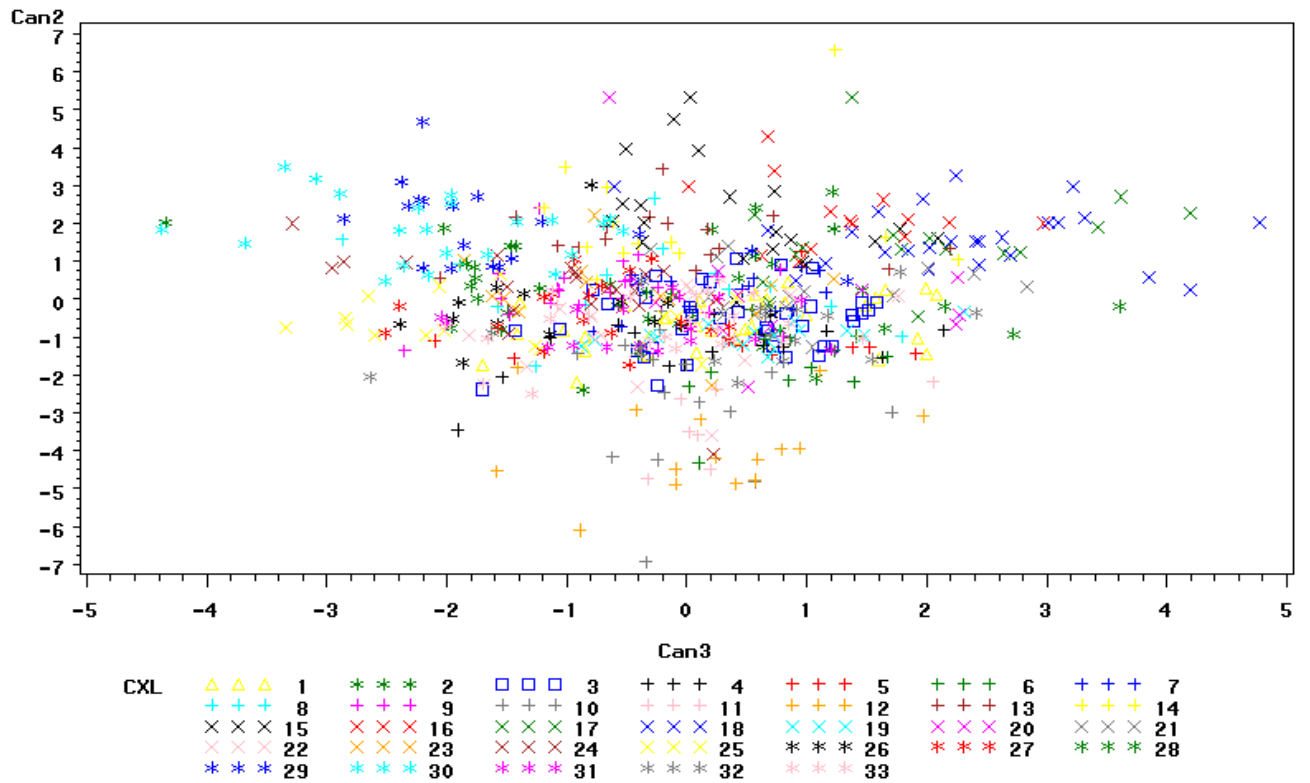
### C.CAN 1 vs C.CAN 2



### C.CAN 1 vs C.CAN 3



### C.CAN 2 vs C.CAN 3



### III-CLASIFICACIÓN DE GENOTIPOS (GRUPOS DE CALIDAD)

El análisis uni y multivariado de stepwise permitió seleccionar las variables que más contribuyeron a separar grupos de calidad. El test univariado demostró diferencias significativas para todas las variables, con la excepción del carácter GH. Aunque dicha variable fue segunda en importancia en el análisis del paso a paso. Los valores de F más altos fueron para la variables W, D y V mientras que GH tuvo el menor valor (Tabla III-1). Sin embargo el procedimiento de paso a paso eliminó a la variable PH y FN e incluyó dentro del modelo a la variable W con muy buen rendimiento y superando a otras variables (Tabla III-2). Debido a que dicha técnica elimina las variables por no son relevantes o bien por ser redundantes con la información que aporta alguna otra variable ya incluida en el modelo, se decidió eliminar las variables PH y FN del análisis discriminante de grupos y del análisis de cluster. Cuanto mayor sea el  $R^2$  más información independiente que el resto de las variables recogerá.

La tabla III- 3 muestra las medias y desvíos estándar de los grupos de calidad.

El Lambda de Wilks fue significativo ( $\lambda = 0,72$ ;  $F_{12,1100} = 16,22 < 0,0001$ ). Por lo tanto, los 3 grupos se diferenciaron significativamente entre sí. Sin embargo, el grupo 3 fue el que más se alejó de los otros grupos (Tabla III-4). El análisis de cluster resolvió los grupos de la misma forma que lo hizo la distancia de Mahalanobis (Figura III-1).

La primera función discriminante explicó el 93,5 % de la variación entre grupos de calidad indicando ser el eje de mayor importancia en dicha separación (Tabla III-5).

Las variables con mayor peso para discriminar los grupos de calidad sobre la primera función canónica fueron V, W, D, GE/C y PROT (Tabla III-6). La variable GE/C tuvo signo negativo indicando un comportamiento inversamente relacionado con las demás variables. Esto significa que cuando las citadas variables aumentan GE/C decrece. La variable GH fue la de mayor importancia sobre la segunda función canónica. Sin embargo, al estandarizar las variables, el coeficiente con mayor magnitud para las dos primeras canónicas, sin considerar su



signo, fue para la variable GH. En orden de importancia siguieron las variables W y PROT para la primera y la segunda canónica, respectivamente (Tabla III-7).

Según lo esperado, el orden de importancia de las variables obtenido en el análisis uni y multivariado coincidió con la ponderación previamente utilizada por el INASE para clasificar las variedades en los grupos pre-existentes. La excepción fue la variable PH, que a pesar de tener una relevancia media en la clasificación de los grupos de calidad del INASE, no fue seleccionada por el análisis de stepwise. Por otro lado, aunque V es una variable con un alto peso para clasificar grupos de calidad por el INASE, y aunque fue seleccionada como la variable con mayor peso para la separación entre grupos (Tabla III-6) , ésta no fue seleccionada por el ADC cuando se estandarizaron las variables, posiblemente por ser redundante o por presentar una gran desvío.

Los grupos 1 y 3 tuvieron comportamientos extremos siendo el grupo 1 el que alcanzó los mayores valores para las variables W, V y D (Figura III-2 y III-3), mientras que el grupo 2 tuvo un comportamiento intermedio. El grupo 2 fue separado del grupo 1 y 3, sobre la segunda función discriminante, por presentar los menores valores de GH, mientras que el G3 3 presentó los valores más altos para dicha variable.

Tabla III-1 : ANVA. Prueba univariada para grupos de calidad. Valor de F y su probabilidad.

VARIABLES	F	P
PROT	5,39	0,0048
PH	5,91	0,0029
GH	2,71	ns
GE/C	6,08	0,0024
FN	6,16	0,0023
D	23,97	<0,0001
W	44,35	<0,0001
V	15,47	<0,0001

Tabla III- 2 : Test multivariado. Procedimiento de stepwise para selección de variables para GRUPOS DE CALIDAD. R cuadrados parciales y sus probabilidades.

VARIABLES	R <sup>2</sup>
-----------	----------------

PROT	0,02**
PH	NS
GH	0,06**
GE/C	0,04**
FN	NS
D	0,01*
W	0,14**
V	0,04**

Tabla III-3: Medias y desvíos estándar para todas las variables por GRUPO DE CALIDAD

CALIDAD		PROT	PH	GH	GE/C	FN	D	W	Vol
G1	MED	12,85	81,30	29,92	113,97	440,12	48,23	415,11	625,74
	DE	1,35	2,32	4,64	16,90	71,10	84,66	96,67	74,52
G2	MED	12,38	80,97	28,89	118,88	422,69	40,00	371,00	596,46
	DE	1,28	2,31	4,35	17,16	60,42	80,88	92,08	71,04
G3	MED	12,27	79,75	29,84	120,77	402,16	40,96	325,26	560,41
	DE	1,21	3,43	4,36	16,30	38,39	84,74	94,36	67,21

Tabla III-4: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad. Comparaciones entre GRUPOS DE CALIDAD.

	G1	G2	G3
G1	0	1,04**	5,19**
G2		0	1,94**
G3			0

Tabla III-5: Valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	%ACUMULATIVO
1	0,935	93,5<0,0001
2	0,065	1= 0,02

Tabla III- 6: Estructura canónica entre grupos de Calidad.

Variable	Can1	Can2
PROT	0,89	0,46
GH	0,44	0,90
GE/C	-0,95	-0,32
D	0,96	0,28
W	0,99	0,13

V	1,00	-0,06
---	------	-------

Tabla III-7: Estructura canónica total estandarizada (Grupos de calidad)

Variable	Can1	Can2
PROT	0,83	-0,83
GH	-1,48	1,59
GE/C	-0,42	-0,33
D	0,19	0,70
W	1,00	-0,21
V	0,34	-0,55

Figura III-1: Análisis de Clusters. Fenograma de grupos de calidad construido utilizando la varianza mínima de Ward.

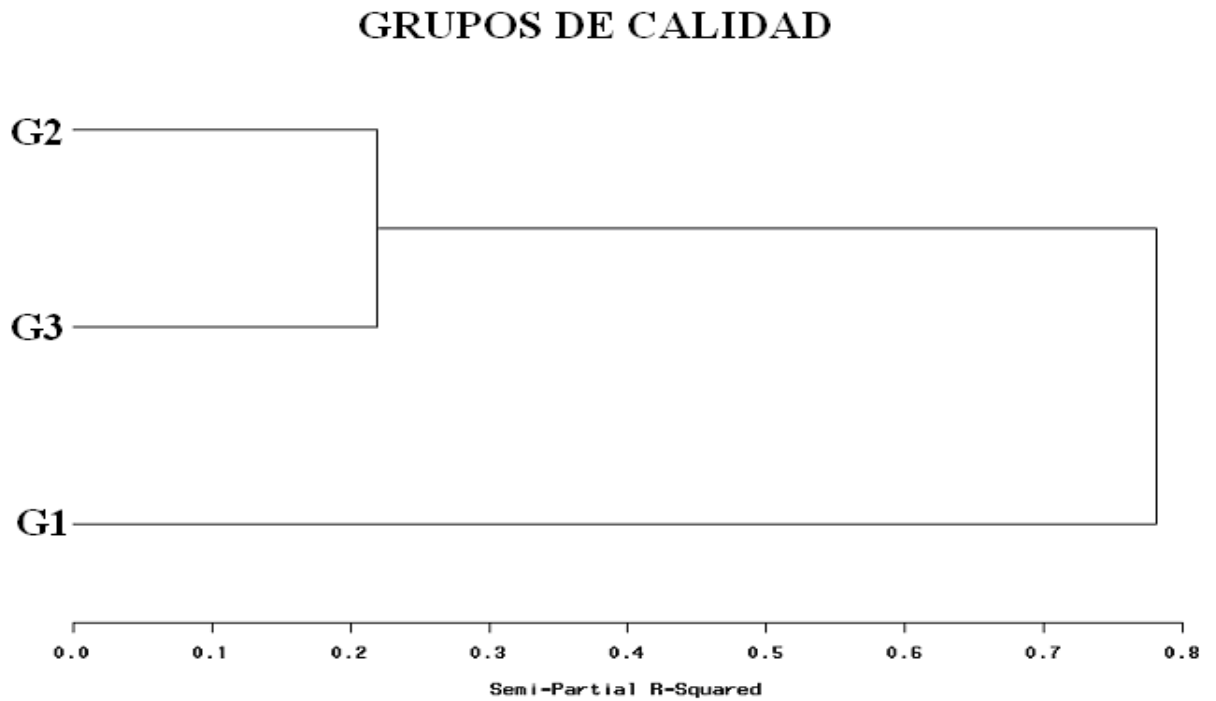


Figura III-2: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para Grupo de calidad. a)

Función discriminante canónica 1 (CAN 1) *versus* 2 (CAN 2)

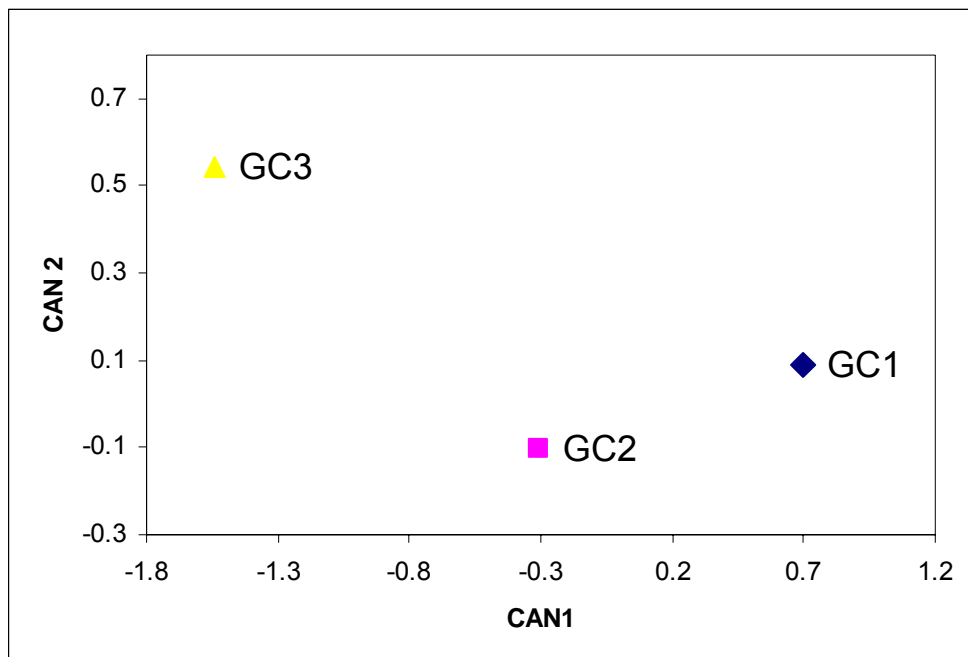
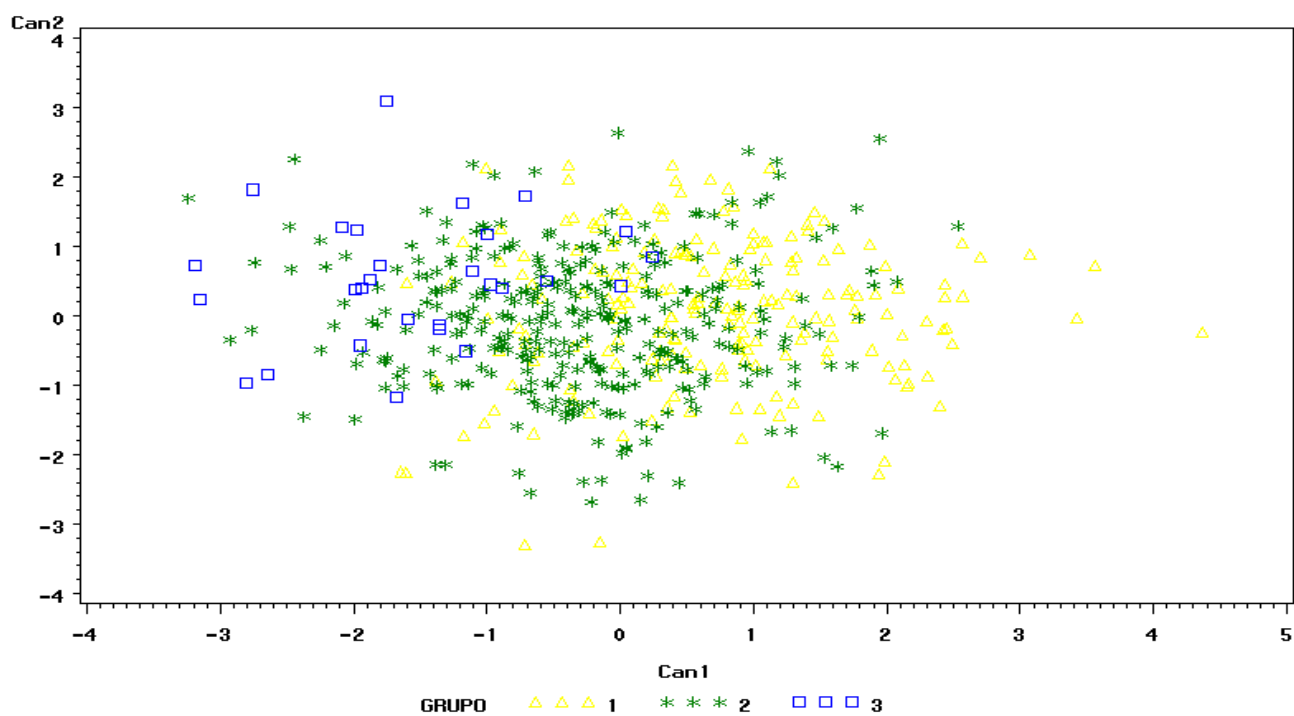


Figura III-3: Análisis discriminante canónico. Clasificación de genotipos, a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2).

### C.CAN 1 vs C.CAN 2



#### IV- CLASIFICACIÓN DE LA INTERACCIÓN GENOTIPO X AMBIENTE

El ANVA demostró diferencias significativas al 1 % de probabilidad entre las interacciones “Grupo de calidad x Ambiente” consideradas: Grupo de calidad x Localidad (G x L), Grupo de calidad x Año (G x A) y Grupo de calidad x Ciclo (G x C), para todas las variables consideradas (Tabla IV-1). Se demostraron diferencias significativas al 5 % de probabilidad para las variables GH en la interacción G x C. El procedimiento Stepwise no seleccionó la variable FN al considerar la interacción G x C. Como consecuencia se decidió eliminarla del análisis discriminante y de la clasificación (Tabla VI-2).

Tabla VI-1: ANVA. Prueba univariada para la interacción “Grupo de calidad x Ambiente”. Valor de F y sus probabilidades.

variables	G x L	G x A	G x C
PROT	34,66**	3,72**	3,47**
PH	9,24**	11,13**	4,45**
GH	27,06**	2,6*	2,53*
GE/C	6,78**	4,69**	5,13**
FN	29,02**	76,75**	2,76**
D	4,39**	15,14**	6,77**
W	19,63**	18,29**	13,3**
V	9,15**	6,17*	5,39**

Tabla IV-2 : Test multivariado para la interacción “Grupo de calidad x Ambiente”. Procedimiento de stepwise para selección de variables. R cuadrados parciales y sus probabilidades.

variables	G x L	G x A	G x C
PROT	0,68<0,0001	0,03=0,0021	0,10<0,0001
PH	0,23<0,0001	0,03=0,0021	0,05=0,0002
GH	0,15<0,0001	0,14<0,0001	0,10<0,0001
GE/C	0,30<0,0001	0,05<0,0001	0,08<0,0001
FN	0,63<0,0001	0,41<0,0001	NS
D	0,10=0,003	0,02=0,08	0,03=0,03
W	0,34<0,0001	0,20<0,0001	0,16<0,0001
V	0,19=0,0007	0,06<0,0001	0,04=0,002

Ns: NO SELECCIONADO.

#### IV.a -Clasificación de Grupo de calidad x AÑOS (G x A)

La tabla IV-3 muestra las medias y los desvíos estándar de las interacciones G x A. El stepwise indicó a la variable D como la de menor peso y a las variables PROT y FN como las de mayor importancia (Tabla IV-2).

El análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre interacciones G x A ( $\lambda = 0,33$ ;  $F_{40, 2378,4} = 17,15 < 0,0001$ ).

La distancia  $D^2$  no demostró diferencias entre el grupo de calidad 3 en las dos campañas utilizadas 2003-04 y 2005-06, ya que el contraste G3-03 vs. G3-05 resultó no significativo (Tabla IV-4). El fenograma clasificó las interacciones en dos grupos principales definidos por los "Años" (Figura IV-1), indicando una variación entre años mayor que entre grupos de calidad.

Las 2 primeras funciones fueron significativas representaron el 96,96 % de la variabilidad total. Las variables FN y PH fueron las de mayor peso sobre la primera función canónica (Tabla IV-6). Para la segunda función la variable W, V y GE/C fueron las responsables de la separación entre grupos (Tabla IV-6). Los coeficientes canónicos totales estandarizados señalaron como variables importantes a FN, para la primera función y a GH para la segunda función (Tabla IV-7). La tercera función resultó no significativa (Tabla IV-5).

La primera función canónica separó años, siendo la campaña 2005-06 la que tuvo los mayores valores para FN y PH (Fig. IV-2 y Tabla IV-3). La segunda función discriminante separó los grupos de calidad y los agrupó sin importar el año. El G1 y G3 se ubicaron en extremos opuestos siendo el G1 el que presentó los mayores valores de W y V, mientras que el G3 tuvo el mayor valor para la variable GE/C (Fig. IV-2).

Tabla IV-3: Medias y desvíos estándar para todas las variables por GRUPO DE CALIDAD x AÑO

GXA		PROT	PH	GH	GE/C	FN	D	W	Vol
G1-03	MED	13,09	80,24	31,12	108,98	357,44	19,09	420,32	633,00
	DE	0,96	1,70	3,02	13,07	79,66	9,99	82,71	72,10
G1-05	MED	12,65	82,03	29,69	115,85	472,94	27,79	424,38	636,54
	DE	1,68	2,00	5,62	17,59	61,50	15,59	105,23	80,28
G2-03	MED	12,67	80,24	30,23	114,98	336,16	12,90	361,44	607,81
	DE	0,88	2,20	2,47	13,77	68,47	5,95	59,90	63,42
G2-05	MED	12,20	81,24	28,75	120,68	454,36	19,32	360,00	608,33
	DE	1,61	2,32	5,34	17,92	47,95	14,34	81,03	70,23
G3-03	MED	12,08	78,09	29,23	120,83	350,17	10,58	256,50	570,67
	DE	0,91	3,38	3,76	12,95	32,39	6,04	41,98	50,18
G3-05	MED	12,37	81,35	30,78	121,24	425,86	15,76	321,91	567,86
	DE	1,59	2,42	5,46	17,88	36,36	9,37	65,97	76,98

Tabla IV-4: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad. Comparaciones entre GRUPO DE CALIDAD x AÑO.

GRUPO	G1-03	G1-05	G2-03	G2-05	G3-03	G3-05
G1-03	0	7,25**	0,95*	7,42**	7,47**	7,96**
G1-05		0	8,93**	1,16**	12,74**	5,63**
G2-03			0	7,19**	4,05**	5,58**
G2-05				0	7,68**	2,46**
G3-03					0	3,68ns
G3-05						0

Tabla IV-5: Valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	%ACUMULATIVO	
1	0,7408	74,08	<.0001
2	0,2288	96,96	<.0001
3	0,0219	99,15	ns
4	0,0066	99,81	ns
5	0,0019	1	ns

Tabla IV- 6: Estructura canónica entre grupos de interacción GRUPO DE CALIDAD x AÑO.

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4

PROT	-0,51	0,80	0,30	0,10
PH	0,84	0,37	0,31	-0,23
GH	-0,68	0,44	0,56	0,12
GE/C	0,57	-0,80	-0,12	-0,14
FN	1,00	0,06	0,06	0,02
D	0,69	0,68	0,20	0,14
W	0,19	0,97	0,13	0,00
V	0,21	0,97	-0,12	0,04

Tabla IV- 7: Estructura canónica total estandarizada (GRUPO DE CALIDAD x AÑO)

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4
PROT	-0,30	1,00	-0,71	-0,60
PH	0,16	0,17	0,58	-0,85
GH	-0,41	-1,44	1,55	0,58
GE/C	0,14	-0,47	-0,18	-0,28
FN	1,43	-0,26	-0,20	0,17
D	0,08	0,16	0,58	0,68
W	-0,21	0,96	-0,34	-0,07
V	0,34	0,30	-0,45	-0,19



Figura IV-1: Análisis de Clusters. Fenograma de GRUPO DE CALIDAD x AÑO construido utilizando la varianza mínima de Ward.

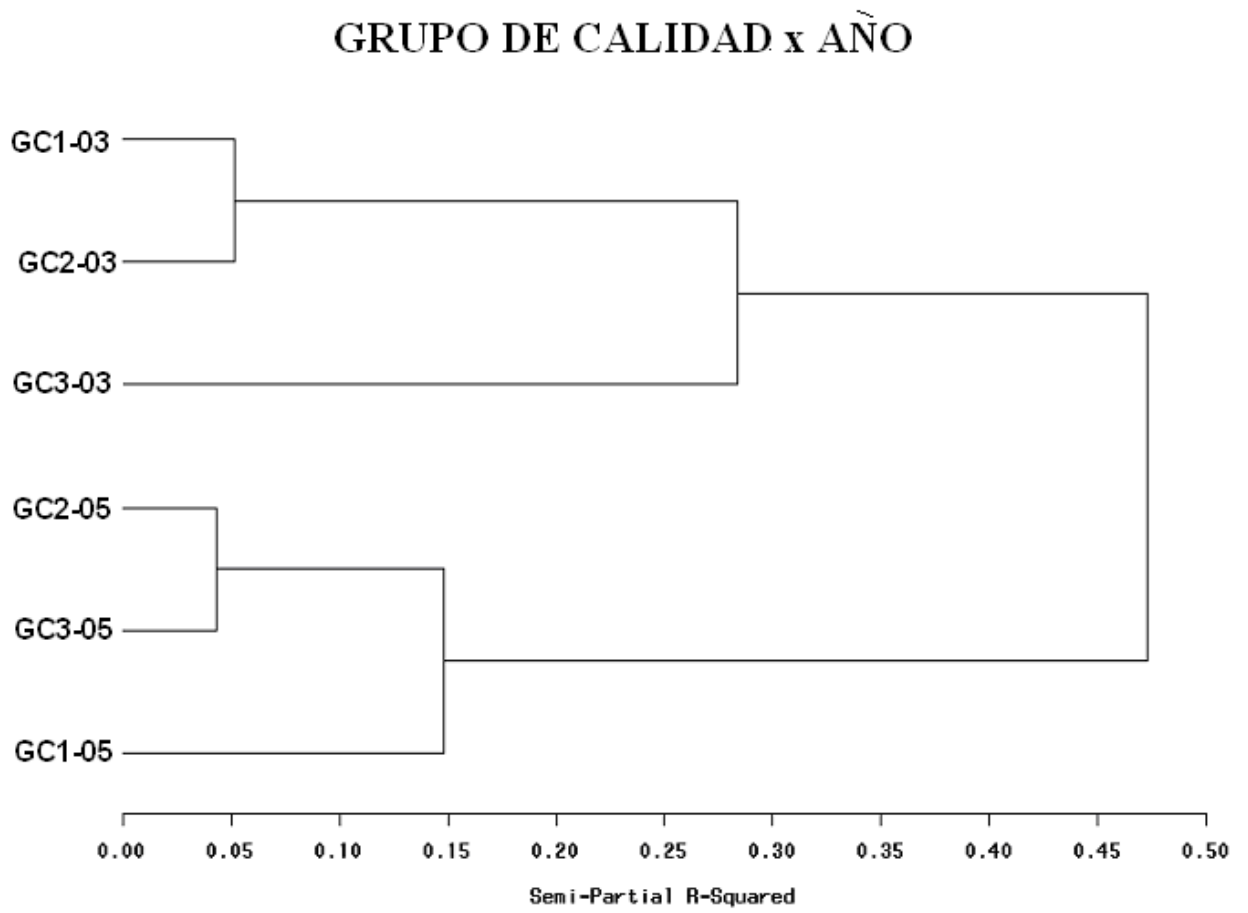


Figura IV-2: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para (GRUPO DE CALIDAD x AÑO). a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2). b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 3 (CAN 3).

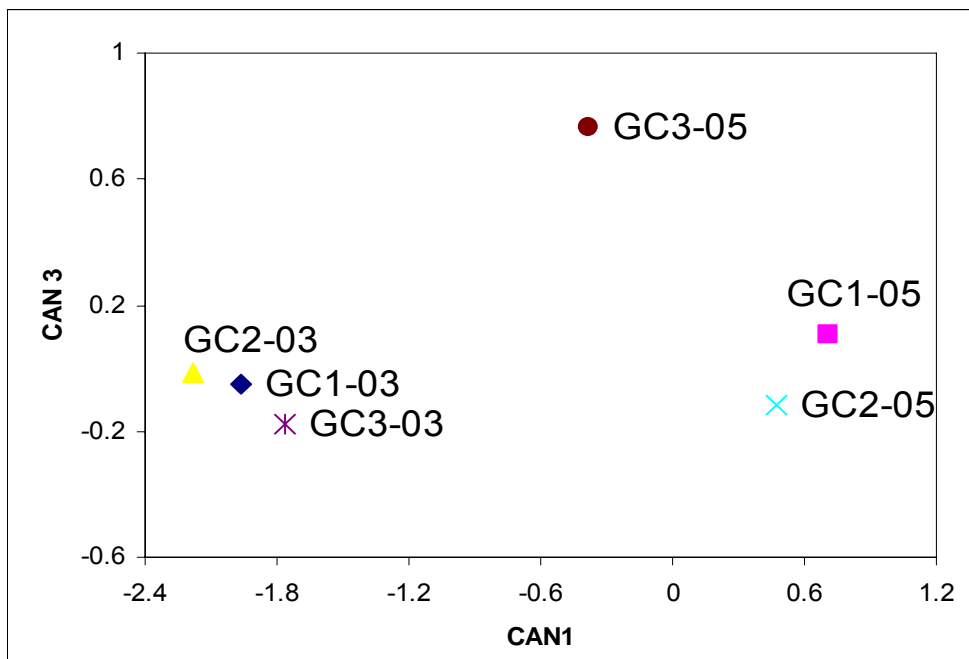
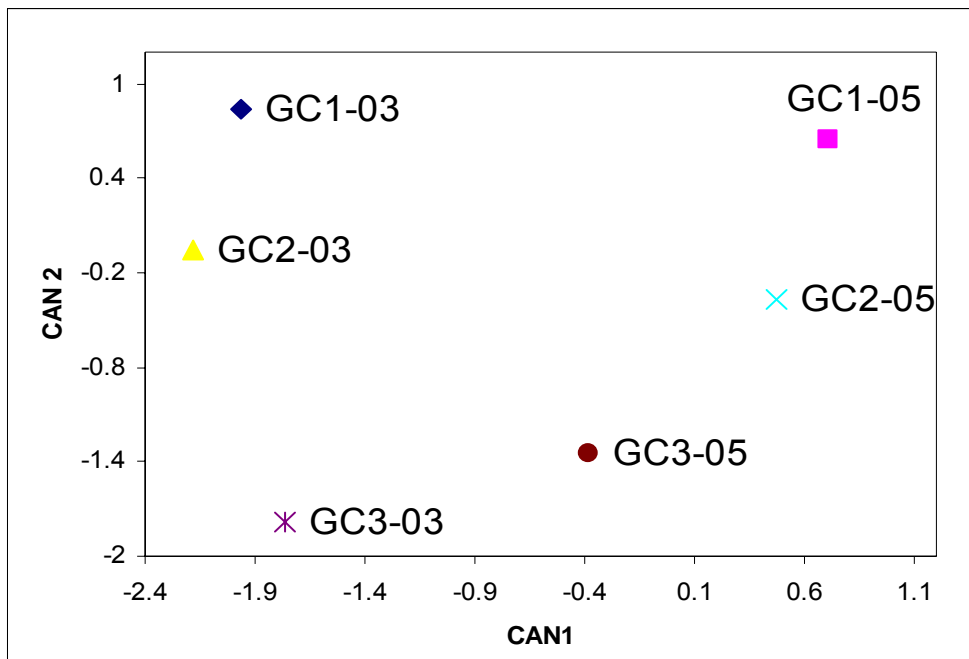
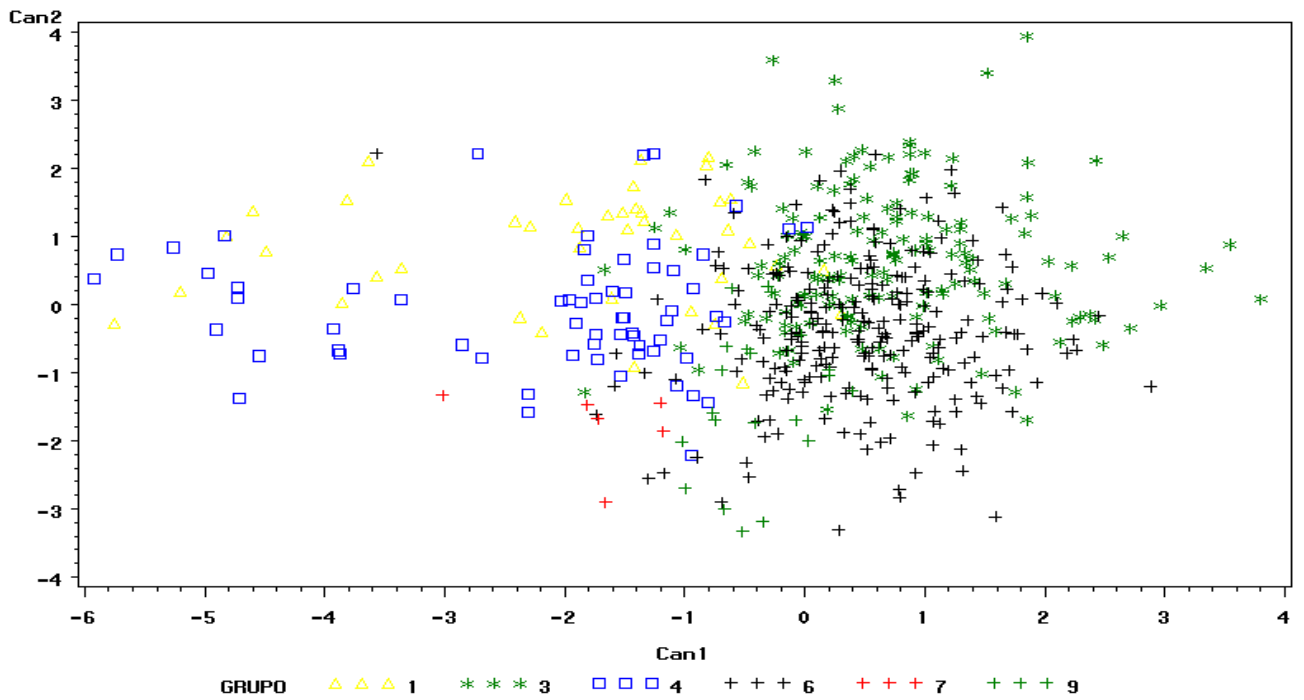
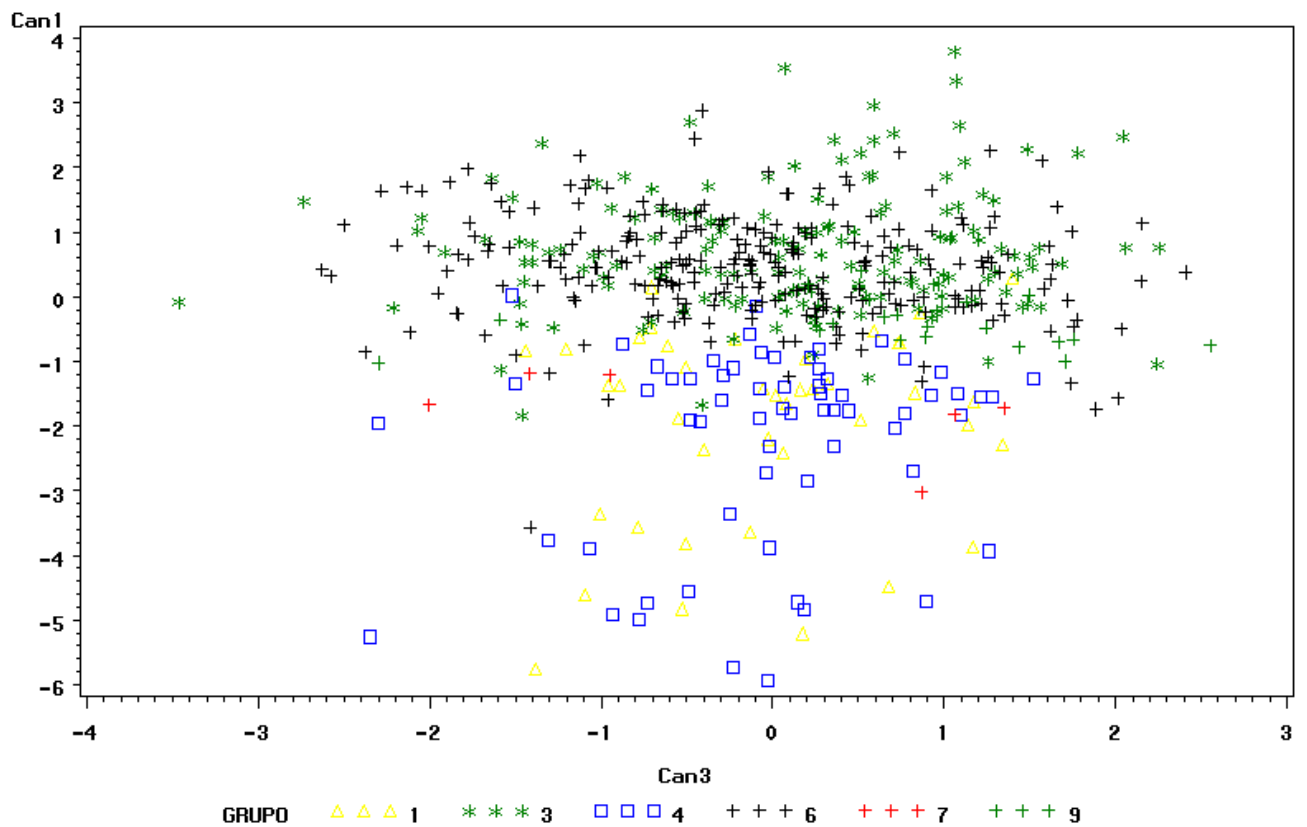


Figura IV-3: Análisis discriminante canónico. Clasificación de genotipos. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2). b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 3 (CAN3).

### C.CAN 1 vs C.CAN 2



### C.CAN 1 vs C.CAN 3



#### IV.b -Clasificación de Grupo de calidad x Localidad (G x L)

Todas las variables participaron del análisis discriminante. Se demostraron diferencias significativas entre interacciones G x L ( $\lambda = 0,02$ ;  $F_{256, 4046,3} = 9,85 < 0,0001$ ). La tabla IV-8 muestra las medias y los desvíos estándar de las interacciones G x L.

Las distancias  $D^2$  compararon de a pares las interacciones G x L y mostraron que algunas interacciones formadas por distintas localidades y distintos grupos de calidad no se diferenciaban significativamente unas de otras (Tabla IV-9).

El fenograma clasificó las combinaciones "G x L" en 4 grupos principales definidos en algunos casos por la localidad y en otros casos por los grupos de calidad (Figura IV-4). Las interacciones clasificadas dentro de los clusters o subgrupos asociados dentro de los grupos principales tuvieron  $D^2$  no significativas o significativas la 5 % de probabilidad (Tabla IV-9). Los tres grupos de calidad de la localidad ACA con el grupo 3 de la zona de influencia de Klein y Buck se agruparon en el mismo cluster principal. El otro grupo estuvo constituido por los grupos de calidad 1 y 2 de las localidades Klein, Buck, M. Juárez y Pla. Otro cluster estuvo formado por los tres grupos de calidad G1, G2 y G3 de la localidad de 9 de julio, conjuntamente con el grupo 2 de Marcos Juárez. Otro cluster agrupó las localidades los grupos de calidad Chacabuco y C. Suárez. Otro cluster principal se con los 3 grupos de calidad ensayados en las localidades Pergamino, Barrow, Bordenave y el grupo de calidad 3 ensayado en M. Juárez. Los subgrupos dentro de los clusters priorizan la agrupación del grupo de calidad por sobre la localidad, con la excepción de Bordenave que asoció los tres grupos de calidad en un mismo cluster y se separó como un subgrupo (Fig. IV-4).

Las 3 primeras funciones fueron significativas y representaron el 86,0 % de la variabilidad total. Las variables PROT, GH y W fueron las de mayor peso sobre la primera función canónica (Tabla II-11). Mientras que para la segunda función, la variable FN fue responsable de la separación entre grupos, y la tercera función seleccionó a GE/C (Tabla IV-11).

La primera función canónica separó a las Localidades Barrow, Bordenave y Pergamino por presentar los valores más altos de PROT, GH y W (Fig. IV-5, Tabla IV-8). La segunda función discriminante separó la localidad de ACA del resto de las interacciones debido a que

esta localidad presentó los valores más bajos de FN. La tercera función discriminante ubicó a Bordenave, sobre el eje negativo, por presentar bajos promedios para GE/C y separó, sobre el eje positivo, a los grupos de calidad 1 y 2 de las localidades de Barrow y Pergamino debido a que presentaron altos promedios para dicha variable (Fig. IV-5).

Las correlaciones canónicas estandarizadas indicaron a la PROT, GE/C, W y GH como las variables que mejor explicaron la variabilidad total.

Tabla IV-8: Medias y desvíos estándar para todas las variables por GRUPO DE CALIDAD x LOCALIDAD

GXL		PROT	PH	GH	GE/C	FN	D	W	Vol
G1-BU	MED	12,66	81,83	29,98	119,58	425,91	23,10	457,61	648,97
	DE	0,75	1,25	2,84	19,31	44,28	10,37	65,83	68,72
G1-KL	MED	13,38	80,14	31,12	116,92	387,25	28,41	429,83	641,42
	DE	0,60	1,38	2,92	13,60	35,75	10,87	82,19	71,70
G1-MJ	MED	12,36	83,22	28,59	106,80	466,47	25,75	435,35	622,76
	DE	1,00	1,30	3,54	9,69	40,12	13,72	58,58	60,31
G1-AC	MED	12,99	79,03	30,73	109,27	296,06	13,84	366,75	631,31
	DE	1,29	1,34	3,25	11,79	89,99	5,40	67,96	87,74
G1-PE	MED	13,64	82,14	33,48	117,34	532,88	28,03	490,82	660,00
	DE	0,85	1,76	3,43	14,15	74,66	14,97	60,52	64,01
G1-BA	MED	14,22	82,91	34,36	135,65	515,11	37,96	580,21	633,74
	DE	0,81	1,90	2,91	12,35	49,68	16,03	75,12	58,57
G1-CHA	MED	11,56	82,97	25,51	122,26	456,06	23,19	348,63	574,69
	DE	1,25	1,40	4,69	11,56	66,39	18,00	84,25	53,12
G1-PLA	MED	12,69	79,47	28,89	116,56	450,31	25,00	348,19	643,50
	DE	1,07	1,41	4,38	14,44	67,93	18,55	101,30	57,37
G1-9JU	MED	11,81	81,16	27,28	97,97	453,13	28,60	369,50	631,75
	DE	0,64	2,74	3,01	16,86	40,17	14,64	67,55	50,31
G1-BOR	MED	14,76	80,96	36,66	102,27	509,67	31,06	457,86	736,90
	DE	1,47	1,21	5,31	10,12	44,00	14,14	73,16	69,92
G1-CS	MED	10,27	83,30	22,98	111,18	433,95	22,70	329,95	555,00
	DE	0,46	1,38	2,30	13,96	33,42	16,77	55,72	63,34
G2-BU	MED	12,08	81,14	28,02	124,02	405,13	17,13	364,79	626,62
	DE	0,70	2,06	2,58	20,09	32,14	10,77	55,84	61,81
G2-KL	MED	12,76	80,10	30,37	123,44	356,71	17,41	367,62	620,14
	DE	0,65	1,76	2,27	11,77	41,28	6,47	58,76	68,69
G2-MJ	MED	11,90	81,75	28,01	112,27	439,75	13,04	343,07	606,11
	DE	1,30	2,36	4,24	16,21	32,95	7,64	63,35	54,67
G2-AC	MED	13,04	78,61	30,81	112,75	268,10	10,30	339,24	595,14
	DE	1,14	2,00	2,49	14,48	70,15	4,51	58,49	72,62
G2-PE	MED	13,14	81,63	32,18	124,62	510,03	19,66	413,83	619,07
	DE	0,59	1,94	2,39	14,48	43,68	13,28	65,79	58,35
G2-BA	MED	13,75	82,56	33,80	136,33	487,13	26,65	460,03	598,42
	DE	0,76	2,09	2,95	11,80	35,77	15,41	62,07	55,33
G2-CHA	MED	10,83	82,13	23,65	126,34	429,00	14,03	297,92	543,85
	DE	0,60	1,81	2,20	15,66	30,64	14,36	55,30	37,05
G2-PLA	MED	12,36	78,79	29,16	118,74	441,62	21,82	346,34	621,00
	DE	0,86	2,01	3,03	14,14	54,51	15,95	61,16	57,39
G2-9JU	MED	11,27	81,17	26,01	107,53	436,93	19,63	326,93	600,32

	DE	0,47	1,91	2,08	15,58	31,81	14,11	58,00	49,73
G2-BOR	MED	14,45	80,23	36,08	108,47	491,47	23,83	402,00	689,67
	DE	1,30	2,11	4,30	12,60	39,12	15,43	56,93	69,76
G2-CS	MED	9,88	82,36	22,02	115,68	425,70	12,41	280,27	548,17
	DE	0,59	1,89	2,98	15,33	28,00	13,37	67,52	54,72
G3-BU	MED	11,72	79,32	27,63	127,45	383,67	7,65	266,00	557,17
	DE	1,13	3,56	4,28	17,63	29,01	2,90	51,93	68,25
G3-KL	MED	12,10	77,68	29,30	119,13	372,50	15,90	265,00	554,00
	DE	0,99	4,14	3,68	10,21	6,36	9,19	45,25	19,80
G3-MJ	MED	13,25	83,83	34,25	121,73	422,00	12,30	361,00	596,50
	DE	0,49	0,46	2,33	22,16	28,28	3,68	29,70	115,26
G3-AC	MED	12,00	77,13	28,70	128,73	316,50	7,70	234,50	569,00
	DE	0,14	4,91	1,41	19,31	40,31	2,40	47,38	29,70
G3-PE	MED	14,05	81,38	36,55	112,53	487,00	14,20	413,00	600,00
	DE	0,92	0,81	1,34	17,77	4,24	4,10	36,77	84,85
G3-BA	MED	13,15	80,76	33,88	135,75	444,50	13,70	322,75	546,25
	DE	1,56	1,78	4,23	15,74	40,29	9,92	81,28	51,05
G3-CHA	MED	10,65	83,73	24,15	119,44	412,00	14,50	288,50	490,00
	DE	0,21	0,32	0,64	10,61	7,07	1,27	26,16	56,57
G3-PLA	MED	12,95	79,90	36,00	122,46	424,50	30,65	334,00	592,50
	DE	0,07	0,64	0,57	25,04	37,48	1,34	52,33	53,03
G3-9JU	MED	11,55	82,03	26,95	102,43	408,00	26,80	343,50	580,00
	DE	0,64	1,73	1,48	5,47	7,07	15,84	13,44	70,71
G3-BOR	MED	14,45	80,70	36,25	105,46	458,00	22,95	380,50	690,00
	DE	0,35	0,14	1,20	19,62	4,24	6,15	26,16	91,92
G3-CS	MED	9,90	83,25	23,50	110,42	394,50	9,80	247,00	522,50
	DE	0,42	0,00	0,71	4,75	7,78	0,00	7,07	102,53

Tabla IV-9: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad.

Comparaciones entre GRUPOS DE CALIDAD x LOCALIDAD.

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
G1-BU	0,00	4,07**	3,16**	13,74**	6,05**	10,58**	6,25**	5,39**	7,55**	11,82**	11,64**
G1-KL		0,00	9,56**	5,34**	13,63**	15,54**	12,24**	5,76**	12,02**	13,89**	20,53**
G1-MJ			0,00	23,00**	4,78**	13,96**	3,26**	5,84**	3,84**	10,23**	7,26**
G1-AC				0,00	31,90**	36,34**	24,83**	14,62**	21,54**	27,35**	30,45**
G1-PE					0,00	7,15**	10,14**	9,06**	11,32**	6,16**	18,91**
G1-BA						0,00	18,94**	20,65**	27,74**	19,62**	32,86**
G1-CHA							0,00	5,69**	6,04**	19,07**	3,74**
G1-PLA								0,00	4,16**	9,36**	11,64**
G1-9JU									0,00	11,91**	5,56**
G1-BOR										0,00	28,55**
G1-CS											0,00
G2-BU											
GRUPO	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
G1-BU	5,56**	4,50**	21,12**	5,58**	6,92**	9,18**	5,63**	7,28**	10,21**	14,64**	11,39**
G1-KL	2,30*	9,79**	9,56**	11,95**	10,29**	15,09**	6,46**	12,63**	10,60**	24,05**	10,52**
G1-MJ	12,68**	3,29**	32,30**	5,31**	9,84**	7,84**	8,10**	4,95**	10,19**	11,27**	16,05**
G1-AC	3,41**	17,85**	1,31NS	26,87**	25,55**	24,13**	13,52**	20,32**	21,15**	31,69**	11,75**
G1-PE	18,23**	8,74**	41,98**	2,03**	5,63**	16,47**	10,62**	13,03**	6,53**	22,85**	22,06**
G1-BA	22,38**	22,16**	43,74**	10,16**	4,27**	26,42**	21,94**	28,96**	19,50**	39,37**	31,86**
G1-CHA	12,06**	2,72**	32,14**	6,29**	10,33**	1,55NS	7,12**	3,72**	15,45**	5,51**	9,95**
G1-PLA	6,75**	3,16**	21,48**	5,95**	11,69**	7,59**	1,14NS	4,04**	5,89**	12,65**	7,03**
G1-9JU	13,49**	3,40**	31,16**	10,36**	19,59**	8,76**	5,35**	1,46NS	11,03**	8,06**	13,73**
G1-BOR	19,49**	12,84**	37,58**	9,13**	15,38**	27,02**	12,79**	16,73**	1,72*	32,87**	26,40**
G1-CS	18,15**	5,32**	39,11**	14,65**	22,38**	3,46**	11,32**	2,85**	25,15**	1,25NS	13,80**
G2-BU	3,18**	1,94**	17,23**	6,43**	9,54**	4,19**	2,72**	3,77**	10,99**	8,68**	4,44**
G2-KL	0,00	8,12**	6,24**	12,93**	12,10**	11,69**	5,47**	10,95**	13,26**	19,04**	4,51**
G2-MJ		0,00	25,29**	4,78**	11,50**	3,49**	3,39**	1,40*	9,02**	5,68**	6,42**
G2-AC			0,00	34,72**	30,84**	30,04**	19,63**	28,53**	28,93**	39,73**	14,17**
G2-PE				0,00	3,60**	9,61**	6,22**	9,11**	5,97**	16,18**	12,50**
G2-BA					0,00	14,48**	11,81**	17,89**	11,32**	25,78**	15,75**
G2-CHA						0,00	7,25**	3,90**	20,76**	2,90**	6,26**
G2-PLA							0,00	3,85**	7,74**	11,28**	4,27**
G2-9JU								0,00	13,24**	3,31**	7,99**
G2-BOR									0,00	27,51**	16,77**
G2-CS										0,00	11,31**
G3-BU											0,

GRUPO	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
G1-BU	16,48**	9,67*	22,69**	9,98*	14,69	13,24	22,23**	7,31NS	11,08**	19,20**
G1-KL	11,06*	12,54**	15,06**	12,11**	14,72	18,57	21,41**	9,40*	9,67*	27,01**
G1-MJ	22,34**	11,31*	32,58**	11,19*	19,31	10,54	27,56**	5,31NS	11,43*	15,91**
G1-AC	9,67**	18,74**	8,55NS	22,38**	21,29	26,16	24,02**	15,40**	17,01**	30,59**
G1-PE	28,28**	13,13**	40,19**	6,56NS	17,30	21,67	27,50**	15,65**	10,33*	29,56**
G1-BA	38,60**	21,01**	48,68**	14,89**	22,55	30,86	38,91**	28,29**	23,85**	47,48**
G1-CHA	17,40**	11,01*	25,81**	14,47**	14,68	3,70NS	25,76**	4,83NS	16,47**	9,53*
G1-PLA	9,37**	12,27**	16,41**	10,09*	12,87	13,05	19,20**	5,57NS	6,70NS	17,15**
G1-9JU	16,32**	16,10**	26,52**	15,84**	22,26	11,98	22,20**	2,41NS	11,34*	11,41**
G1-BOR	28,28**	16,14**	39,42**	8,63NS	23,48	32,79	27,41**	17,82**	3,10NS	37,24**
G1-CS	20,57**	17,65**	29,67**	24,15**	23,38	4,00NS	26,63**	4,06NS	25,33**	3,55NS
G2-BU	9,29**	7,85NS	13,62**	10,98**	10,61	7,88NS	17,89**	4,51NS	10,82**	11,65**
G2-KL	5,72NS	8,94*	7,09NS	12,34**	9,79	14,14	15,42**	8,54NS	11,27*	19,57**
G2-MJ	11,99**	7,34NS	19,24**	9,09*	11,72	6,31NS	18,70**	3,34NS	9,31*	8,16NS
G2-AC	11,01**	23,20**	7,84NS	27,98**	23,27	30,83	27,70**	22,13**	23,85**	37,07**
G2-PE	18,80**	7,77NS	28,41**	3,84NS	8,71	13,89	20,21**	12,09**	8,94*	21,05**
G2-BA	21,71**	7,92NS	29,62**	5,69NS	7,69	16,93	22,34**	17,49**	13,67**	29,83**
G2-CHA	13,82**	12,70**	19,99**	18,01**	13,73	2,05NS	24,79**	5,92NS	21,38**	6,06NS
G2-PLA	5,74NS	11,66**	12,03**	9,48*	9,73	12,23	13,68**	5,68NS	8,65*	14,88**
G2-9JU	12,09**	12,91**	20,25**	15,12**	16,85	6,68NS	19,16**	1,88NS	13,40**	5,87NS
G2-BOR	18,14**	10,28*	27,33**	4,05NS	13,68	25,54**	19,02**	14,33**	0,86NS	30,26**
G2-CS	18,76**	19,02**	26,18**	25,97**	22,58	4,42NS	26,93**	6,50NS	27,77**	2,18NS
G3-BU	2,44NS	10,11NS	4,52NS	13,79**	6,33	8,51NS	13,37*	8,70NS	15,67**	11,39**
G3-KL	0,00	15,09NS	2,29NS	16,63*	8,95	15,40NS	9,92NS	10,75NS	16,16**	17,30**
G3-MJ		0,00	20,54**	5,00NS	5,20	11,28NS	12,78NS	11,15NS	8,53*	16,35**
G3-AC			0,00	25,46**	13,71*	22,14**	15,92*	18,61*	23,95**	23,77**
G3-PE				0,00	6,06NS	19,57*	15,00NS	15,35NS	5,18NS	26,79**
G3-BA					0,00	13,91*	9,13NS	16,53**	13,67*	21,24**
G3-CHA						0,00	23,33	5,91NS	24,64**	4,15NS
G3-PLA							0,00	16,82*	17,09*	21,88**
G3-9JU								0,00	12,81NS	6,74NS
G3-BOR									0,00	28,32**
G3-CS										0,00



Tabla IV-10: Valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	%ACUMULATIVO	
1	0,3779	37,79	<0,0001
2	0,3322	71,01	<0,0001
3	0,1499	86,0	<0,0001
4	0,073	93,31	<0,0001
5	0,0259	95,89	<0,0001
6	0,0179	97,68	0,0003
7	0,017	99,39	*
8	0,0061	1	ns

Tabla IV-11: Estructura canónica entre grupos de interacción GRUPO DE CALIDAD x LOCALIDAD.

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4	Can5	Can6	Can7	Can8
PROT	0,99	-0,01	-0,15	-0,04	-0,03	-0,02	-0,01	0,03
PH	-0,22	0,74	0,42	0,23	-0,42	-0,03	0,01	0,06
GH	0,97	0,02	-0,17	-0,13	-0,10	0,09	0,01	0,02
GE/C	0,21	0,09	0,84	-0,38	0,22	-0,04	0,13	0,18
FN	0,30	0,93	-0,12	-0,13	0,07	0,00	-0,05	-0,01
D	0,57	0,53	-0,04	0,36	0,18	0,12	-0,42	0,22
W	0,82	0,36	0,21	0,36	0,01	0,12	0,00	-0,02
V	0,74	0,08	-0,54	0,28	0,11	0,02	0,20	0,15

Tabla IV- 12: Estructura canónica total estandarizada (GRUPO DE CALIDAD x LOCALIDAD).

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4	Can5	Can6	Can7	Can8
PROT	1,64	-0,44	0,33	0,49	0,00	-3,06	-0,61	-0,32
PH	-0,17	0,48	0,22	0,22	-0,98	-0,33	0,09	0,41
GH	-0,12	-0,16	-0,49	-1,32	-0,81	2,67	0,20	0,38
GE/C	0,14	0,00	0,91	-0,49	0,34	0,06	0,33	0,44
FN	-0,03	1,55	-0,39	-0,49	0,37	-0,19	0,07	-0,29
D	-0,16	-0,12	-0,14	0,15	0,10	0,35	-0,97	0,65
W	0,58	0,16	0,88	0,95	0,44	0,48	0,30	-0,67
V	-0,21	0,24	-0,83	0,44	0,16	0,14	0,85	0,62

Figura IV-4: Análisis de Clusters. Fenograma de "G x L" construido utilizando la varianza mínima de Ward.

## GRUPO DE CALIDAD x LOCALIDAD

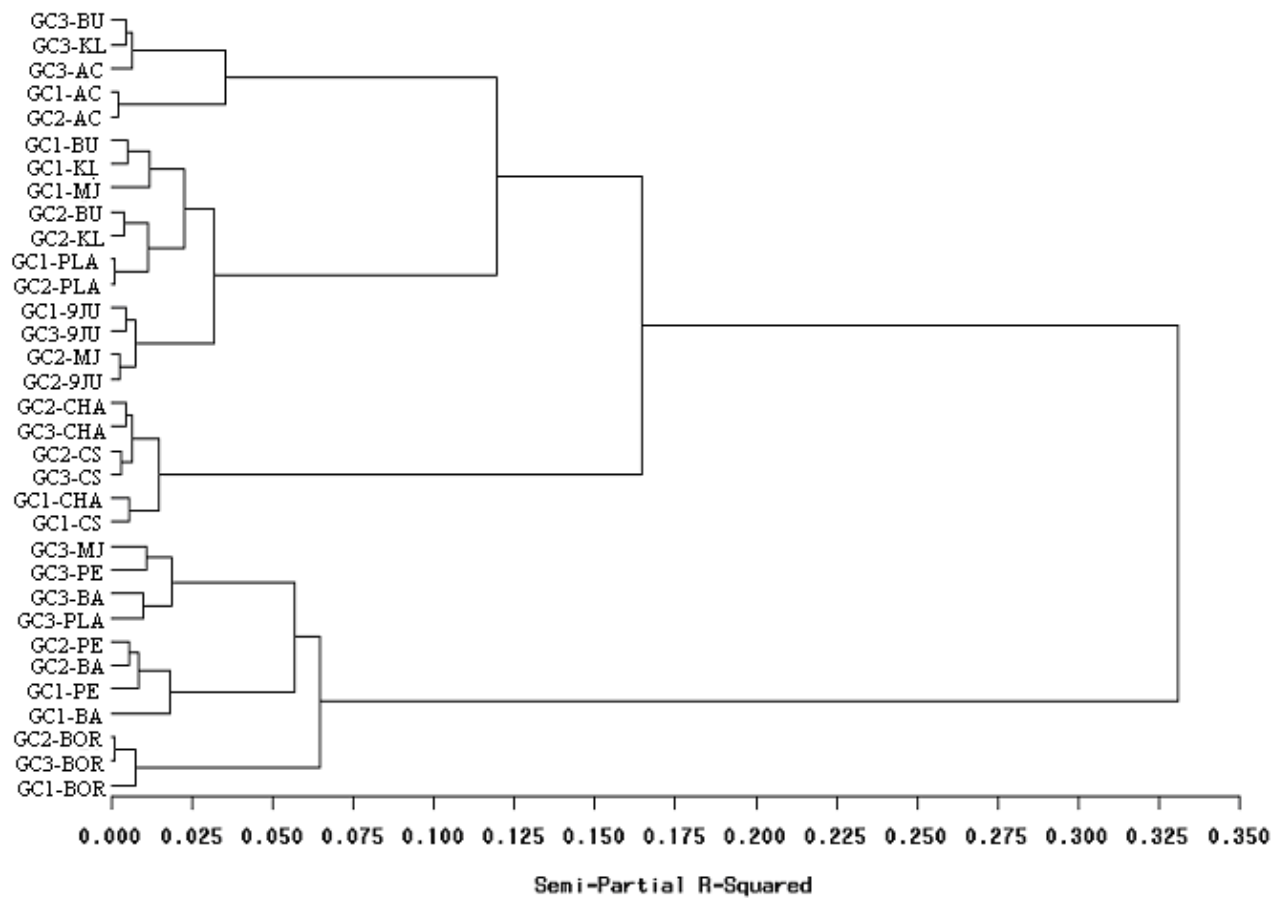
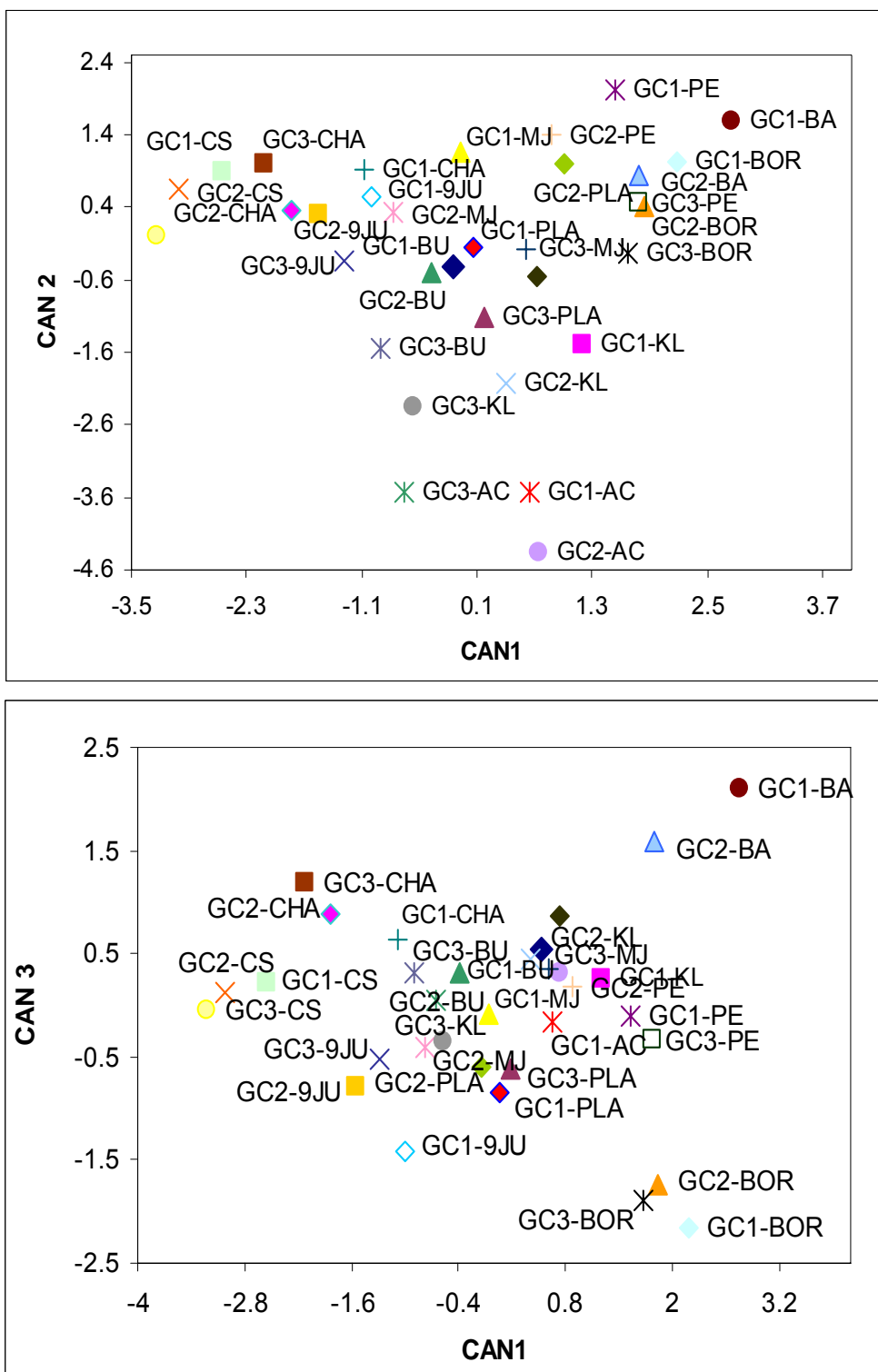
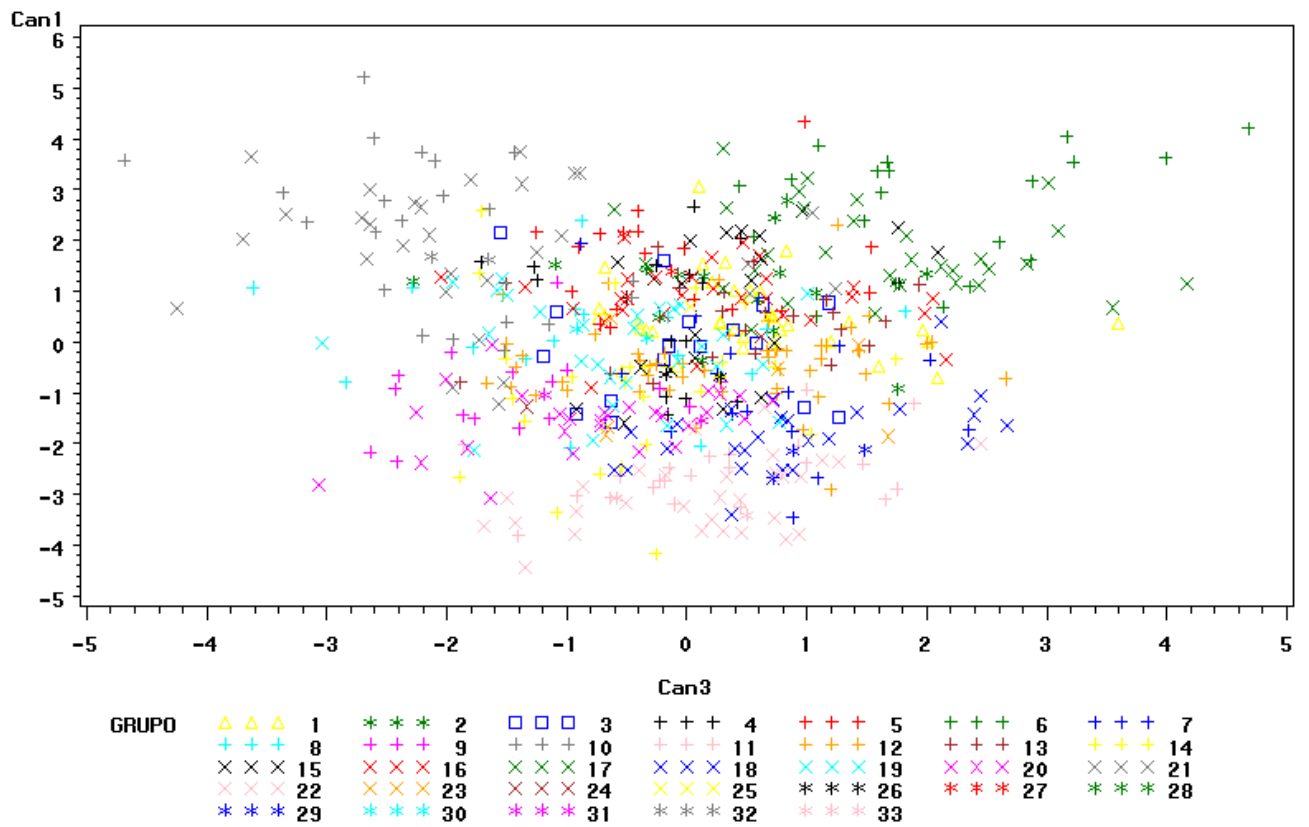


Figura IV-5: Análisis discriminante canónico. Medias de clases para G x L. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) *versus* 2 (CAN 2). b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) *versus* 3 (CAN 3). c) Función discriminante canónica 2 (CAN 2) *versus* 3 (CAN 3).

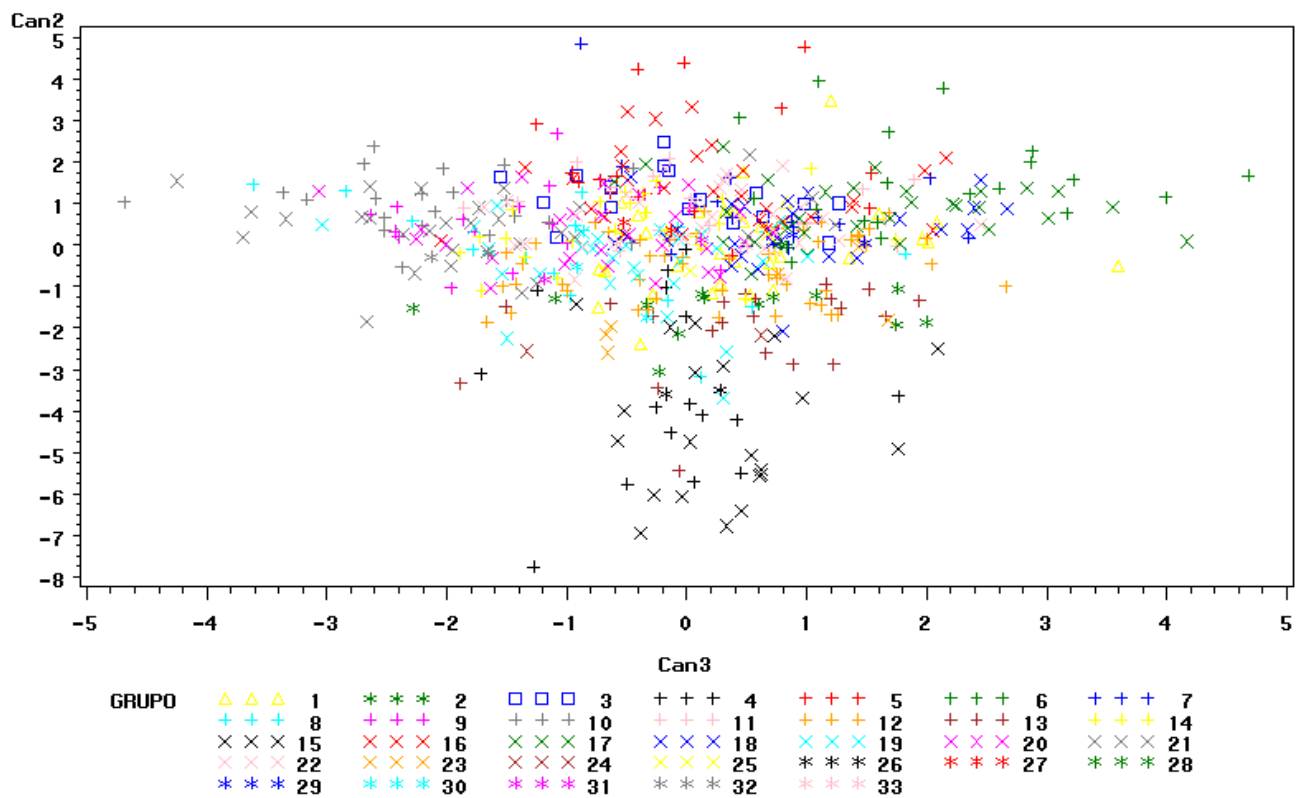




### C.CAN 1 vs C.CAN 3



### C.CAN 2 vs C.CAN 3



IVA-Clasificación de Grupo de calidad x Ciclo(G x C)

La variable FN no fue utilizada para el análisis discriminante por no haber sido seleccionada por el análisis stepwise (Tabla IV-2). El análisis discriminante demostró la existencia de diferencias significativas entre las interacciones G x C ( $\lambda = 0,55$ ;  $F_{56, 2929,5} = 6,18 < 0,0001$ ). La tabla IV-14 muestra las medias y los desvíos estándar de las interacción G x C.

La distancia  $D^2$  no demostró diferencias entre las interacciones G2-C2 vs. G2-C3, ni tampoco diferenció el G2-C1 vs. G3-C2 (Tabla IV-14).

El fenograma clasificó las interacciones “G x C” en tres grupos principales definidos por los grupos de calidad (Figura IV-7). Sin embargo, el ciclo 3 del tercer grupo de calidad se separó del resto de las interacciones.

Las 3 primeras funciones fueron significativas y representaron el 89,95 % de la variabilidad total. Las variables W y D fueron las de mayor peso sobre la primera función canónica (Tabla II-11). Para la segunda función las variables GE/C y V fueron responsables de la separación entre grupos de interacciones; para la tercera función fue GH la variable más importante (Tabla IV-16). El grupo de calidad 1 fue el que tuvo los mayores valores para W y D (Fig. IV-8). En el otro extremo se ubicó G2-C1. La segunda función discriminante separó a G-C3 por presentar valores bajos para los caracteres V y GE/C. Además, la tercera función discriminante separó a G3-C3 del resto por presentar bajos valores para PROT, GH, W y V (Fig. II-5). Los coeficientes obtenidos con la estandarización de los datos, señalaron a las variables GH, y W como las más relevante al considerar la primera función, a las variables PROT y GH, para la segunda, y a la variable W para la tercera.

Tabla IV-13: Medias y desvíos estándar para todas las variables por GRUPO DE CALIDAD X CICLO.

G3XL		PROT	PH	GH	GE/C	FN	D	W	Vol
G1-C1	MED	12,27	81,20	28,35	111,01	431,69	23,66	423,30	620,31
	DE	1,27	1,93	4,55	17,66	57,94	15,14	106,59	66,06

G1-C2	MED	13,01	81,95	31,47	115,31	454,97	26,75	452,65	642,66
	DE	1,71	2,01	5,67	16,95	95,76	14,57	90,37	92,04
G1-C3	MED	12,96	81,90	30,29	117,17	463,32	27,80	398,79	645,26
	DE	1,61	2,19	5,09	15,95	81,84	15,21	98,52	76,02
G2-C1	MED	12,00	81,64	28,79	113,66	425,02	18,22	364,29	603,14
	DE	1,41	2,27	4,73	18,27	71,30	14,46	72,61	69,33
G2-C2	MED	12,31	81,27	28,84	120,12	437,76	20,00	360,28	604,89
	DE	1,55	2,53	5,00	15,23	58,19	16,73	92,85	79,18
G2-C3	MED	12,46	80,58	29,29	122,78	431,49	17,03	357,92	612,83
	DE	1,53	2,18	5,06	16,85	75,37	10,56	71,97	63,21
G3-C1	MED	12,34	80,22	30,36	126,95	398,11	15,64	289,78	590,11
	DE	1,53	3,04	5,30	14,84	49,06	9,71	54,11	72,67
G3-C2	MED	12,50	80,86	31,31	111,77	432,75	13,65	347,63	541,25
	DE	1,20	2,70	4,87	17,21	40,18	8,22	77,68	47,87
G3-C3	MED	11,25	83,70	27,80	106,56	421,00	9,75	312,00	482,50
	DE	2,33	0,64	6,79	0,72	29,70	0,07	98,99	45,96

Tabla IV-14: Distancias cuadrática de Mahalanobis y sus valores de probabilidad.

Comparaciones entre GRUPOS DE CALIDAD X CICLO.

GRUPO	G1-C1	G1-C2	G1-C3	G2-C1	G2-C2	G2-C3	G3-C1	G3-C2	G3-C3
G1-C1	0	0,72**	1,52**	1,62**	1,68**	2,14**	8,05**	5,69**	8,9
G1-C2		0	0,99**	1,27**	1,51**	2,05**	6,81**	4,89**	8,0
G1-C3			0	1,43**	0,84**	1,47**	5,38**	5,25**	8,0
G2-C1				0	0,49**	0,89**	3,18**	2,41*	4,4
G2-C2					0	0,20NS	2,71**	2,73**	5,5
G2-C3						0	2,39**	2,88**	6,7
G3-C1							0	2,51NS	6,0
G3-C2								0	2,2
G3-C3									2,2

Tabla IV-15: Valores propios, valor propio acumulativo y nivel de probabilidad para cada función discriminante.

COMPONENTE	VALOR PROPIO	%ACUMULATIVO	
1	0,5872	58,72	<0,0001
2	0,1771	76,43	<0,0001
3	0,1352	89,95	<0,0001
4	0,0504	94,99	*
5	0,0343	98,42	ns
6	0,0117	99,59	ns
7	0,0041	1	ns

Tabla IV- 16: Estructura canónica entre grupo de ambientes (GRUPO DE CALIDAD x CICLO).

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4
PROT	0,36	-0,56	0,40	0,59
PH	0,64	0,30	0,66	-0,11
GH	0,12	-0,12	0,55	0,79
GE/C	-0,74	-0,59	-0,06	0,27
D	0,83	-0,27	0,44	0,11
W	0,95	0,00	0,03	0,30
V	0,67	-0,56	0,26	0,27

Tabla IV-17: Estructura canónica total estandarizada (GRUPO DE CALIDAD x CICLO).

Variable	Can1	Can2	Can3	Can4
PROT	0,52	-2,34	-0,09	-0,84
PH	0,13	0,00	0,84	-0,27
GH	-1,21	2,09	0,84	1,32
GE/C	-0,52	-0,38	-0,16	0,43
D	0,14	-0,03	0,59	-0,14
W	1,05	0,32	-0,94	0,52
V	0,28	-0,28	0,19	-0,01



Figura IV-7: Análisis de Clusters. Fenograma de G x C construido utilizando la varianza mínima de Ward

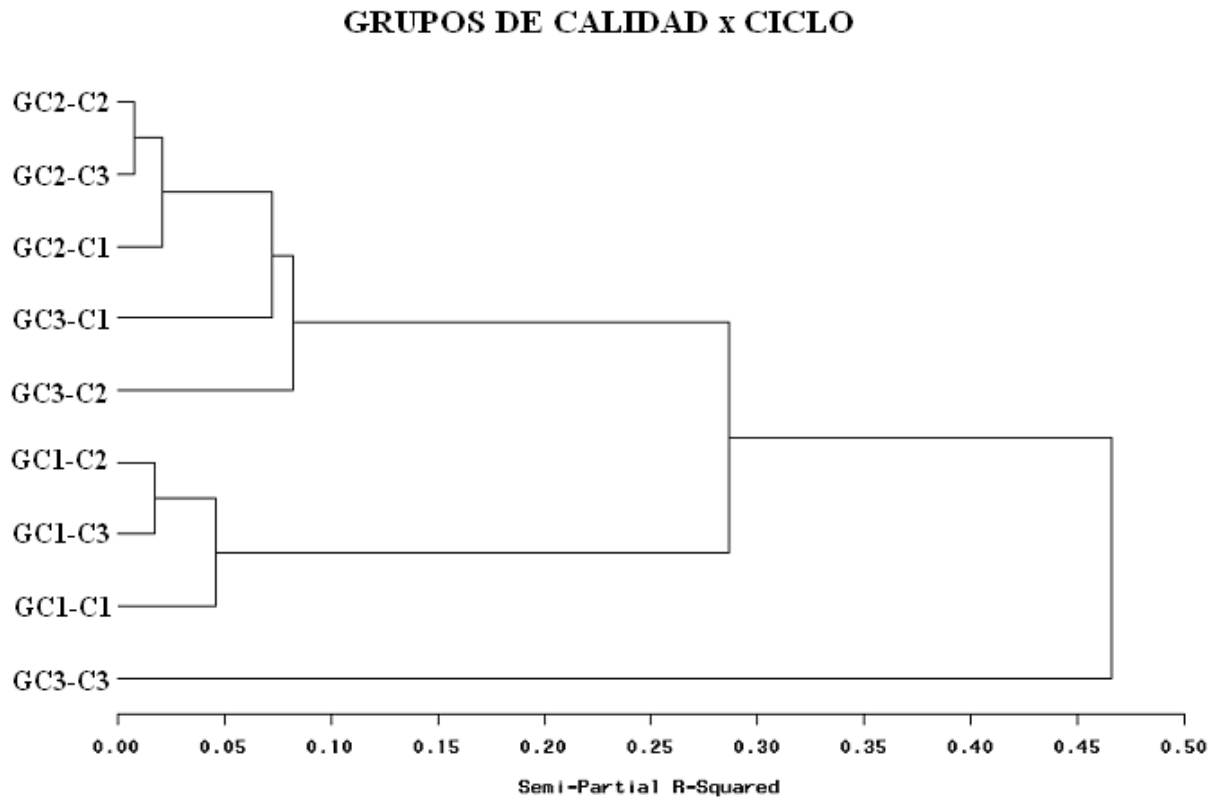
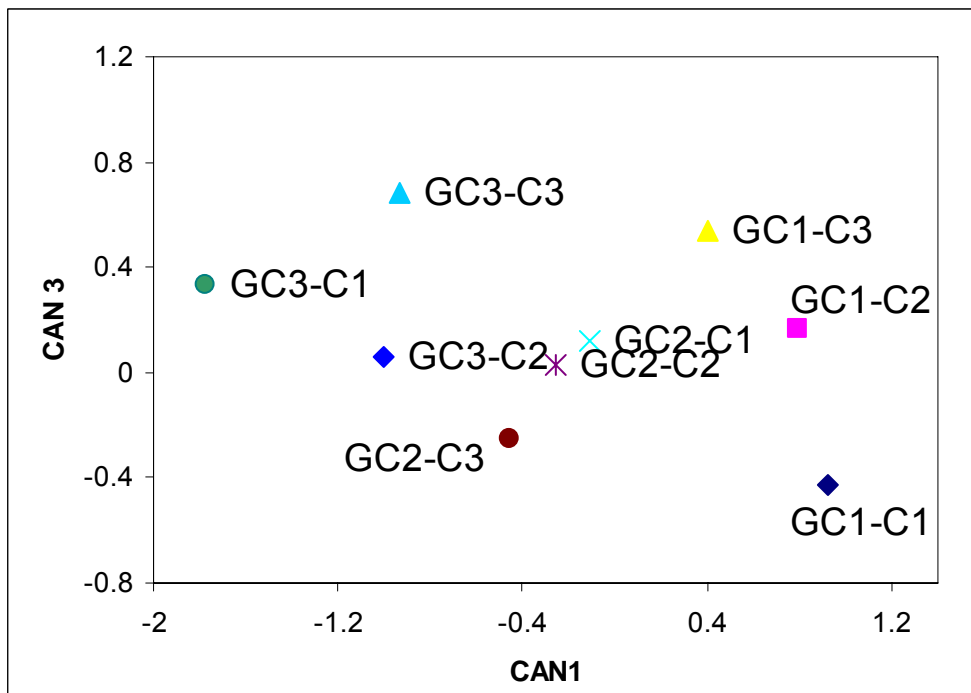
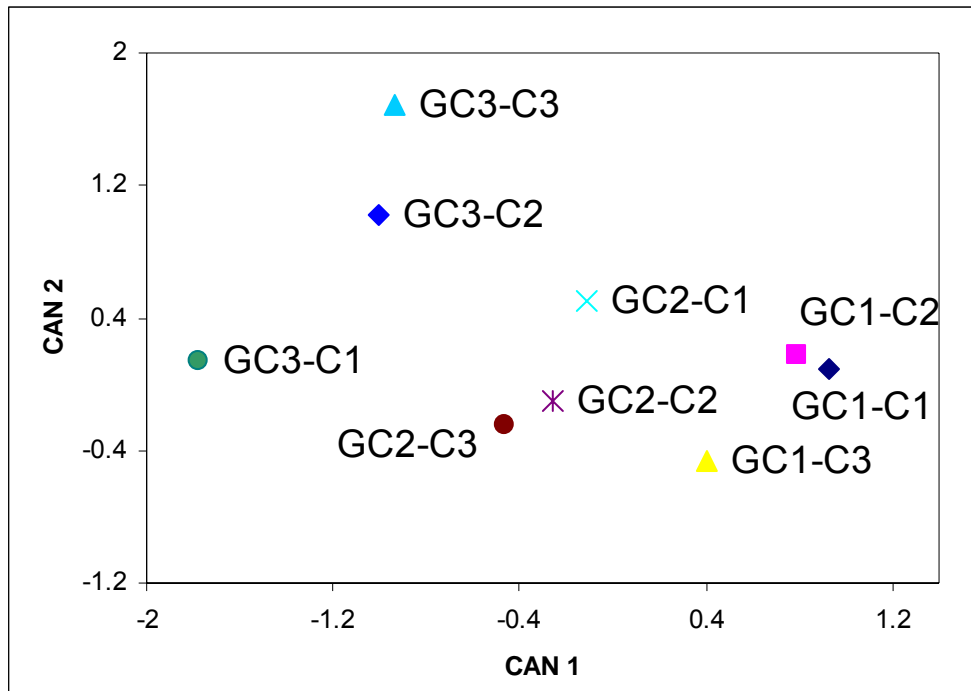


Figura IV-8: Análisis discriminante canónico, Medias de clases para (G x C), a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) *versus* 2 (CAN 2). b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) *versus* 3 (CAN 3). c) Función discriminante canónica 2 (CAN 2) *versus* 3 (CAN 3).



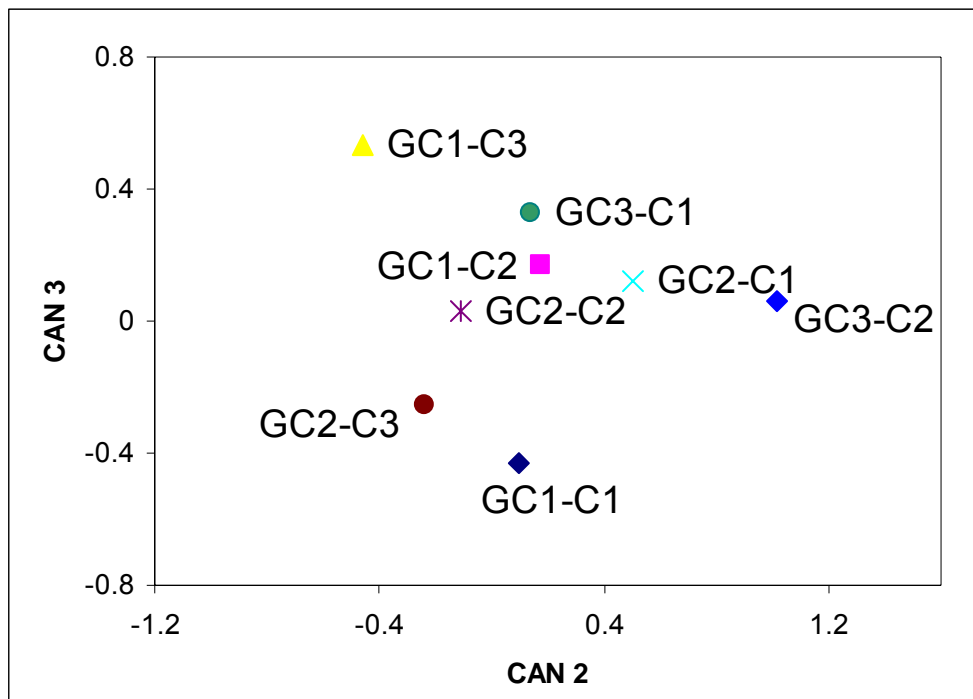
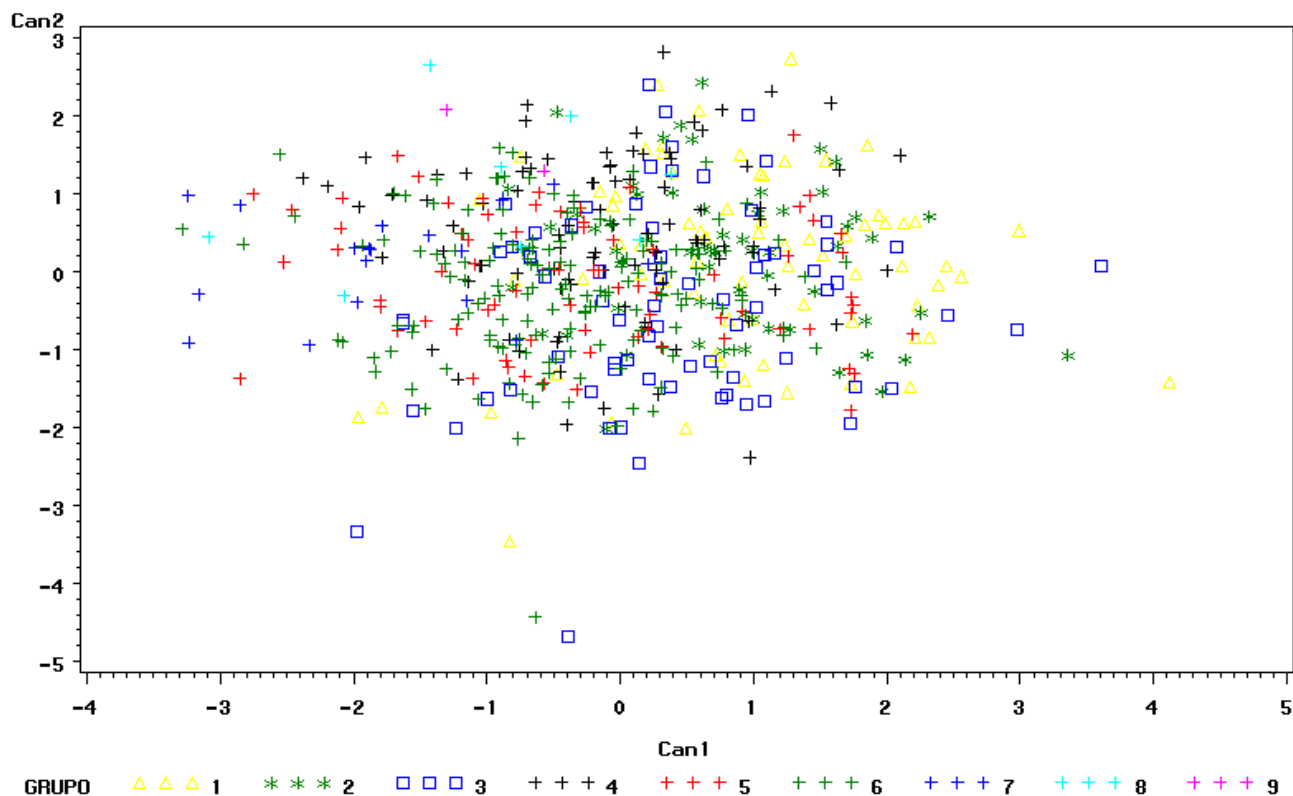
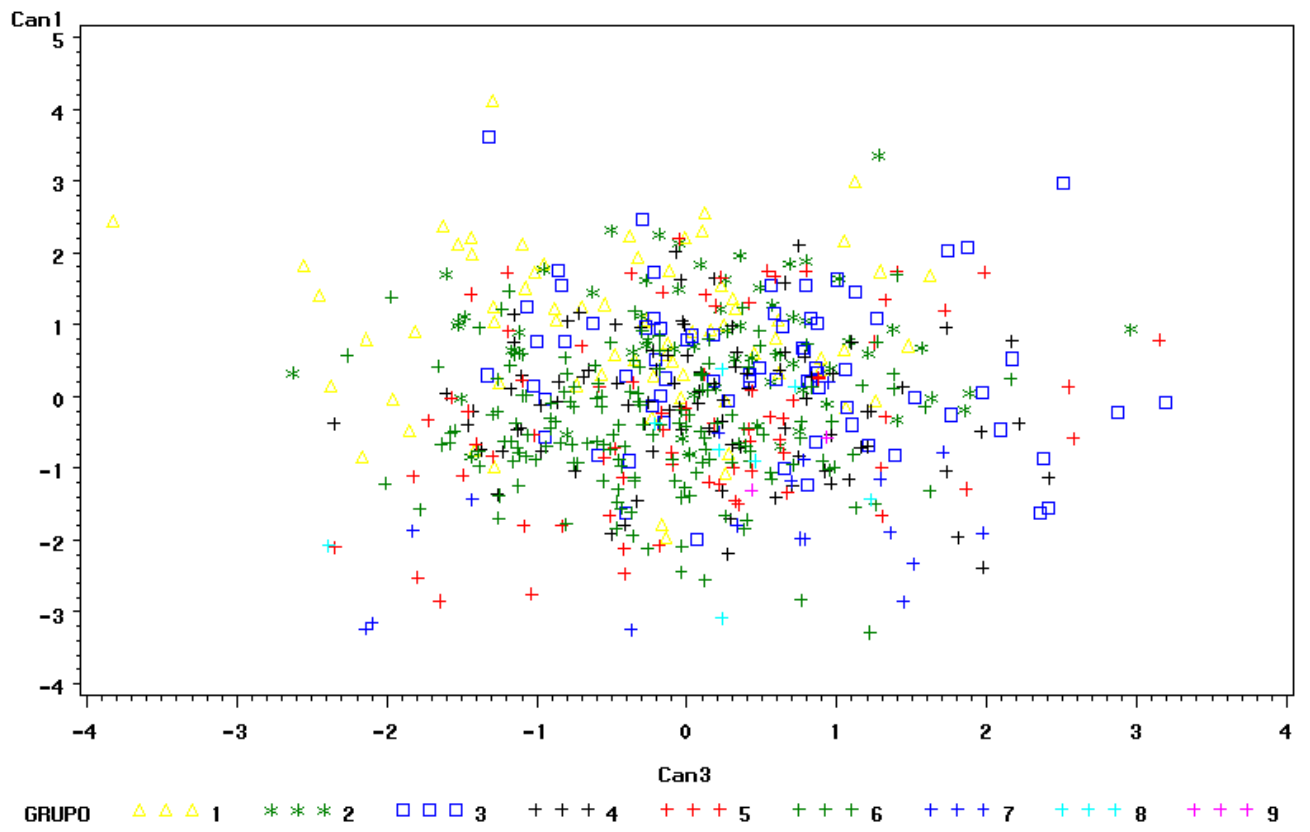


Figura IV-9: Análisis discriminante canónico. Clasificación de genotipos. a) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 2 (CAN 2). b) Función discriminante canónica 1 (CAN 1) versus 3 (CAN 3). b) Función discriminante canónica 2 (CAN 2) versus 3 (CAN 3).

### C.CAN 1 vs C.CAN 2



# C.CAN 1 vs C.CAN 3



#### IV- ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN GENOTIPO X AMBIENTE (G x AMB). MÉTODO AMMI.

El efecto del ambiente corresponde a la combinación Año x Localidad (AMB). Y genotipos corresponde a los grupos de calidad estipulados por el INASE.

##### *V. 1- Variable PROT (Tabla V- 1 y Figura V- 1)*

Los efectos aditivos estuvieron principalmente dominados por el efecto ambiental. El ambiente BO-05 alcanzó el mayor porcentaje y Cs-05 el peor. El análisis univariado demostró la existencia de diferencias significativas entre grupos de calidad, mientras que el AMMI demostró un importante aporte a la interacción G x AMB, especialmente determinado por el grupo de calidad 3.

Los ambientes BO-05, BA-05, PE-05, BU-04 y MJ-05 tuvieron el mejor comportamiento para la variable PROT. Los ambientes BO-05, BA-05 y BU-04 fueron los más estables (con valores del ACPI cercanos a 0). Todos los grupos de calidad, incluyendo al grupo 3 de peor comportamiento, alcanzaron los valores más altos en dichos ambientes. Los ambientes que mas contribuyeron a la interacción G x AMB fueron MJ-05 y PE-04. La localidad de Pergamino tuvo un alto porcentaje de PROT especialmente para el grupo 1 y 2, pero alcanzó un bajo porcentaje para el grupo 3, además su comportamiento fue inestable ya que los porcentajes variaron según la campaña. Por otro lado, los grupos G1 y G2 alcanzaron porcentajes medios a bajos en MJ-05, mientras que el grupo 3 tuvo altos valores de porcentaje de Proteína en dicho ambiente durante la campana 05-06.

##### *V. 2- Variable GH (Tabla V-2 y Figura V-2)*

Las técnicas univariadas no detectaron diferencias entre grupos de calidad y solo demostraron diferencias al 5 % de probabilidad para las interacciones G x A y G x C. Sin embargo, el AMMI detecto que los grupos de calidad aportaron más a la interacción que los ambientes. El grupo 3 fue el más estable. Sin embargo los ambientes fueron los que más se

dispersaron sobre el eje de las abscisas indicando grandes efectos principales para dicha fuente de variación.

El comportamiento de los ambientes para dicha variable fue semejante al obtenido para la variable PROT. Los valores promedios de los ensayos realizados en la campaña 2005-06, en las localidades de: Pergamino, Barrow y Bordenave fueron los más altos. Mientras que Coronel Suárez y Chacabuco, en la misma campaña, y Marco Juárez, en la campaña 2004-05, tuvieron menores promedios.

#### *V. 3- Variable GE/C (Tabla V-3 y Figura V-3)*

Esta variable fue estimada únicamente en 12 ambientes evaluados únicamente en dos campañas 2003-04 y 2005-06. Los grupos de calidad fueron los que más aportaron a la interacción G X AMB, mientras que el efecto aditivo del ambiente fue el más importante.

Los ambientes 9 de Julio y Bordenave, evaluados en la campaña 04-05, presentaron los menores promedios de GE/C. En la misma campaña, el área de influencia de Buck y la localidad de Barrow fueron los ambientes con mayores valores promedios. Estos ambientes con promedios extremos tuvieron poco peso sobre el efecto de la interacción G x AMB indicando estabilidad y, por consiguiente, los tres grupo de calidad alcanzaron sus mayores y menores valores en estos ambientes de alta y de baja calidad de GE/C, respectivamente. El ambiente mas inestable fue ACA durante la campaña 03-04 y Pergamino durante la campaña 05-06.

Los grupos de calidad 1 y 2 tuvieron valores semejante de interacción G x AMB, pero el grupo de calidad 3 fue el más inestable. Contrariamente a lo esperado, el grupo 1 tuvo el promedio más bajo. Este grupo presentó un valor mínimo en el ambiente AC-03.

#### *V. 4- Variable FN (Tabla V-4 y Figura V-4)*

Los grupos de calidad fueron los que más aportaron a la interacción, especialmente el grupo 3. Los años tuvieron más peso sobre el efecto aditivo que las localidades, ya que se observó un agrupamiento de la campaña 05-06 sobre el eje positivo de la ordenada, señalando que durante esta campaña se alcanzaron los mayores valores para la variable FN.

Nuevamente los ambientes BO-06, PE-05 y BA-05 fueron los ganadores y también se comportaron en forma estable, ya que mostraron bajos valores de interacción, con la excepción de Barrow.

La campaña 03-04 en el área de ACA fue la que obtuvo los menores valores promedios de FN y fue el ambiente que más aportó a la interacción G x AMB.

#### *V. 5- Variable PH (Tabla V-5 y Figura V-5)*

La fuente de variación ambiente tuvo mayor peso que la variación genotípica. Los ambientes MJ-05, CHA-05, CS-05, PE-04 y BA-05 fueron los ambientes ganadores. Las localidades PLA-04 y AC-03 fueron las peores aunque estables en su comportamiento. Los grupos de calidad aportaron en mayor medida a la interacción G x AMB, especialmente el grupo 3, siendo el grupo 1 más estable y el que obtuvo el mejor promedio para dicha variable.

#### *V. 6- Variable W (Tabla V-6 y Figura V-6)*

La variable clasificatoria W fue una de las más importantes para la discriminación de los grupos de calidad. Sin embargo, los efectos aditivos de la fuente de variación “grupos de calidad” y “ambientes”, fueron importantes, aunque el efecto ambiental fue mayor. Los ambientes BA-05, PE-05 y BO-05 superaron los promedios de los demás ambientes. Opuestamente MJ-04 y CS-05 fueron los ambientes perdedores. Los grupos de calidad fueron los que más contribuyeron a la interacción G X AMB. Los grupos 1 y 3 presentaron comportamientos opuestos, con valores altos de ACPI. El grupo 2 fue el más estable.

#### *V. 7- Variable V (Tabla V-7 y Figura V-7)*

El efecto aditivo “Ambiente” fue el de mayor variación. El grupo 1 presentó el promedio más elevado y el 3 el más bajo. Ambos grupos de calidad contribuyeron en forma importante a la interacción G x AMB.

La campaña B0-05 tuvo el mayor promedio para el volumen y coincidentemente con lo encontrado para W, los ambientes peores fueron MJ -04, CHA-05 y CS-05.

#### *V.8- Variable D (Tabla V-8 y Figura V-8)*

La variable clasificatoria D, conjuntamente con W, fue una de las más importantes para la discriminación de los grupos de calidad, igualando proporcionalmente a la variabilidad aportada por el ambiente. El grupo de calidad 1 fue el que presentó los mayores valores promedios. Sin embargo, el grupo 3 fue el que mas aportó a la interacción. Los ambientes con mejores comportamientos medios fueron Bu-04, BA-05, AC-04, BO-05, 9JU-05, PLA-05. La campaña 03-04 en Buck y ACA fueron los ambientes con peores rendimientos para dicha variable.



Tabla V-1: Variable PROT. Medias genotípicas y ambientales y coordenadas del primer componente principal de la interacción G X AMB.

PROT	G1	G2	G33	MEDIAS	ACPI
BU-03	12,93	12,23	12,15	12,44	0,06
KL-03	13,38	12,76	12,10	12,75	1,78
MJ-03	13,17	12,63	12,60	12,80	-0,39
AC-03	12,99	13,04	12,00	12,68	1,79
BU-04	13,74	13,10	13,08	13,31	-0,22
BA-04	13,11	12,67	12,28	12,68	0,59
BE04	13,34	12,90	12,37	12,87	1,05
PLA-04	12,52	12,00	11,63	12,05	0,65
MJ-04	12,07	11,77	11,50	11,78	-0,06
PE-04	13,40	12,43	10,70	12,18	5,86
AC-04	12,94	12,61	12,17	12,57	0,55
BU-05	12,48	11,98	11,50	11,98	0,97
BA-05	14,22	13,75	13,15	13,71	1,31
PLA-05	12,69	12,36	12,95	12,67	-2,77
9JU-05	11,81	11,27	11,55	11,54	-1,40
CHA-05	11,56	10,83	10,65	11,01	0,44
MJ-05	12,36	11,90	13,25	12,50	-4,98
PE-05	13,64	13,14	14,05	13,61	-3,50
CS-05	10,27	9,88	9,90	10,02	-0,83
BO-05	14,76	14,45	14,45	14,55	-0,91
MEDIAS	12,87	12,38	12,20		
ACPI	4,51	3,39	-7,90		

Tabla V-2: Variable GH. Medias genotípicas y ambientales y coordenadas del primer componente principal de la interacción G X AMB.

GH	G1	G2	G33	MEDIAS	ACPI
BU-03	31,60	29,54	29,70	30,28	2,06
KL-03	31,12	30,37	29,30	30,26	-1,81
MJ-03	30,93	29,87	30,40	30,40	-0,29
AC-03	30,73	30,81	28,70	30,08	-4,37
BU-04	31,31	29,84	32,13	31,09	1,51
BA-04	30,51	30,16	30,83	30,50	-2,03
BE04	30,48	29,45	28,15	29,36	-1,20
PLA-09	27,93	26,48	26,35	26,92	0,38
MJ-04	25,84	23,48	25,44	24,92	3,60
PE-04	32,44	29,09	25,23	28,92	3,47
AC-04	29,40	29,63	29,12	29,38	-4,01
BU-05	28,94	26,90	26,60	27,48	1,78
BA-05	34,36	33,80	33,88	34,01	-1,77
PLA-05	28,89	29,16	36,00	31,35	-0,82
9JU-05	27,28	26,01	26,95	26,75	0,43
CHA-05	25,51	23,65	24,15	24,44	1,72
MJ-05	28,59	28,01	34,25	30,28	1,08
PE-05	33,48	32,18	36,55	34,07	2,05
CS-05	22,98	22,02	23,50	22,83	-0,11
BO-05	36,66	36,08	36,25	36,33	-1,69
MEDIAS	29,95	28,83	29,67		
ACPI	6,23	-7,35	1,12		

Tabla V-3: Variable GE/C. Medias genotípicas y ambientales y coordenadas del primer componente principal de la interacción G X AMB.

GE/C	G1	G2	G33	MEDIAS	ACPI
BU-03	101,28	109,03	114,63	108,31	2,44
KL-03	116,92	123,44	119,13	119,83	-1,45
MJ-03	104,81	107,82	115,44	109,36	2,40
AC-03	109,27	112,75	128,73	116,92	5,59
BU-05	131,48	135,01	133,85	133,45	-0,78
BA-05	135,65	136,33	135,75	135,91	-1,04
PLA-05	116,56	118,74	122,46	119,25	0,81
9JU-05	97,97	107,53	102,43	102,64	-1,24
CHA-05	122,26	126,34	119,44	122,68	-2,83
MJ-05	106,80	112,27	121,73	113,60	3,49
PE-05	117,34	124,62	112,53	118,16	-4,22
CS-05	111,18	115,68	110,42	112,43	-2,15
BO-05	102,27	108,47	105,46	105,40	-1,02
MEDIAS	113,37	118,31	118,62		
ACPI	-3,53	-4,32	7,84		

Tabla V-4: Variable FN. Medias genotípicas y ambientales y coordenadas del primer componente principal de la interacción G X AMB.

FN	G1	G2	G33	MEDIAS	ACPI
BU-03	405,46	381,50	361,50	382,82	-0,60
KL-03	387,25	356,71	372,50	372,15	2,60
MJ-03	440,00	414,85	389,00	414,62	-1,26
AC-03	296,06	268,10	316,50	293,55	6,05
BU-04	386,76	395,42	379,50	387,23	1,82
BA-04	435,82	412,08	410,50	419,47	1,27
BE04	446,86	428,04	402,33	425,74	-0,85
PLA-09	426,21	400,33	392,67	406,40	0,53
MJ-04	407,93	395,00	375,00	392,64	0,08
PE-04	458,50	413,70	383,00	418,40	-2,96
AC-04	402,65	404,27	394,00	400,31	1,96
BU-05	439,20	422,47	394,75	418,81	-0,93
BA-05	515,11	487,13	444,50	482,24	-3,12
PLA-05	450,31	441,62	424,50	438,81	0,63
9JU-05	453,13	436,93	408,00	432,68	-1,02
CHA-05	456,06	429,00	412,00	432,35	-0,48
MJ-05	466,47	439,75	422,00	442,74	-0,54
PE-05	532,88	510,03	487,00	509,97	-0,83
CS-05	433,95	425,70	394,50	418,05	-0,76
BO-05	509,67	491,47	458,00	486,38	-1,60
MEDIAS	437,51	417,71	401,09		
ACPI	-4,43	-2,83	7,25		

Tabla V-5: Variable PH. Medias genotípicas y ambientales y coordenadas del primer componente principal de la interacción G X AMB.

PH	G1	G2	G33	MEDIAS	ACPI
BU-03	81,82	81,92	79,48	81,07	-1,83
KL-03	80,14	80,10	77,68	79,31	-1,87
MJ-03	80,99	81,24	79,13	80,45	-1,30
AC-03	79,03	78,61	77,13	78,26	-0,76
BU-04	80,69	80,49	77,66	79,61	-2,51
BA-04	81,60	82,28	79,69	81,19	-1,75
BE04	82,75	82,17	79,92	81,61	-1,89
PLA-09	76,71	78,27	76,10	77,03	-0,74
MJ-04	80,50	79,43	79,80	79,91	1,51
PE-04	83,78	82,89	79,70	82,12	-3,34
AC-04	79,46	79,95	78,12	79,17	-0,79
BU-05	81,83	80,58	79,24	80,55	-0,95
BA-05	82,91	82,56	80,76	82,08	-1,15
PLA-05	79,47	78,79	79,90	79,39	2,72
9JU-05	81,16	81,17	82,03	81,45	2,69
CHA-05	82,97	82,13	83,73	82,94	3,31
MJ-05	83,22	81,75	83,83	82,93	3,67
PE-05	82,14	81,63	81,38	81,72	0,90
CS-05	83,30	82,36	83,25	82,97	2,29
BO-05	80,96	80,23	80,70	80,63	1,81
MEDIAS	81,27	80,93	79,96		
ACPI	-2,63	-4,88	7,52		

Tabla IV-6: Variable W. Medias genotípicas y ambientales y coordenadas del primer componente principal de la interacción G X AMB.

W	G1	G2	G33	MEDIAS	ACPI
BU-03	477,46	376,73	270,00	374,73	-3,03
KL-03	429,83	367,62	265,00	354,15	-1,84
MJ-03	411,64	350,50	311,00	357,71	0,41
AC-03	366,75	339,24	234,50	313,50	-0,97
BU-04	379,16	340,77	300,25	340,06	0,99
BA-04	364,65	348,96	288,75	334,12	0,91
BE04	449,86	404,52	344,67	399,68	0,12
PLA-09	449,00	363,71	308,33	373,68	-0,81
MJ-04	303,86	261,33	262,00	275,73	2,33
PE-04	462,13	375,95	241,00	359,69	-3,63
AC-04	387,41	371,27	277,33	345,34	-0,29
BU-05	444,70	356,03	264,00	354,91	-2,19
BA-05	580,21	460,03	322,75	454,33	-4,64
PLA-05	348,19	346,34	334,00	342,84	2,97
9JU-05	369,50	326,93	343,50	346,64	2,88
CHA-05	348,63	297,92	288,50	311,68	1,75
MJ-05	435,35	343,07	361,00	379,81	1,58
PE-05	490,82	413,83	413,00	439,22	1,34
CS-05	329,95	280,27	247,00	285,74	0,94
BO-05	457,86	402,00	380,50	413,45	1,18
MEDIAS	414,35	356,35	302,85		
ACPI	-5,64	-1,67	7,30		

Tabla IV-8: Variable VOL Medias genotípicas y ambientales y coordenadas del primer componente principal de la interacción G X AMB.

VOL	G1	G2	G33	MEDIAS	ACPI
BU-03	627,31	608,14	589,00	608,15	-1,21
KL-03	641,42	620,14	554,00	605,19	1,14
MJ-03	604,82	589,45	628,00	607,42	-4,13
AC-03	631,31	595,14	569,00	598,49	-0,24
BU-04	644,76	607,04	561,25	604,35	0,77
BA-04	659,53	611,58	565,75	612,29	1,15
BE04	598,43	573,17	534,33	568,65	-0,03
PLA-09	609,93	566,76	532,00	569,56	0,44
MJ-04	539,71	507,43	470,50	505,88	0,14
PE-04	675,63	579,80	458,00	571,14	6,61
AC-04	577,24	573,54	587,67	579,48	-3,39
BU-05	663,05	640,17	541,25	614,82	2,78
BA-05	633,74	598,42	546,25	592,80	0,99
PLA-05	643,50	621,00	592,50	619,00	-0,63
9JU-05	631,75	600,32	580,00	604,02	-0,69
CHA-05	574,69	543,85	490,00	536,18	0,90
MJ-05	622,76	606,11	596,50	608,46	-1,76
PE-05	660,00	619,07	600,00	626,36	-0,40
CS-05	555,00	548,17	522,50	541,89	-1,35
BO-05	736,90	689,67	690,00	705,52	-1,10
MEDIAS	626,57	594,95	560,43		
ACPI	5,82	1,73	-7,55		

Tabla IV-8: Variable D. Medias genotípicas y ambientales y coordenadas del primer componente principal de la interacción G X AMB.

D	G1	G2	G33	MEDIAS	ACPI
BU-03	16,94	11,08	8,15	12,06	-0,63
KL-03	28,41	17,41	15,90	20,57	-0,23
AC-03	13,84	10,30	7,70	10,61	-1,15
BU-04	32,86	30,18	15,33	26,12	2,99
PLA-04	25,67	22,43	12,43	20,18	1,38
AC-04	30,56	29,40	18,83	26,26	1,22
BU-05	27,11	21,57	7,40	18,69	3,25
BA-05	37,96	26,65	13,70	26,10	3,83
PLA-05	25,00	21,82	30,65	25,82	-5,22
9JU-05	28,60	19,63	26,80	25,01	-3,62
CHA-05	23,19	14,03	14,50	17,24	-1,24
MJ-05	25,75	13,04	12,30	17,03	-0,20
PE-05	28,03	19,66	14,20	20,63	0,69
CS-05	22,70	12,41	9,80	14,97	0,03
BO-05	31,06	23,83	22,95	25,95	-1,11
MEDIAS	26,51	19,56	15,38		
ACPI	3,72	3,72	-7,44		



Figura IV-1: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada el ACPI para PROT. Porcentaje de traza = 94,21 %.

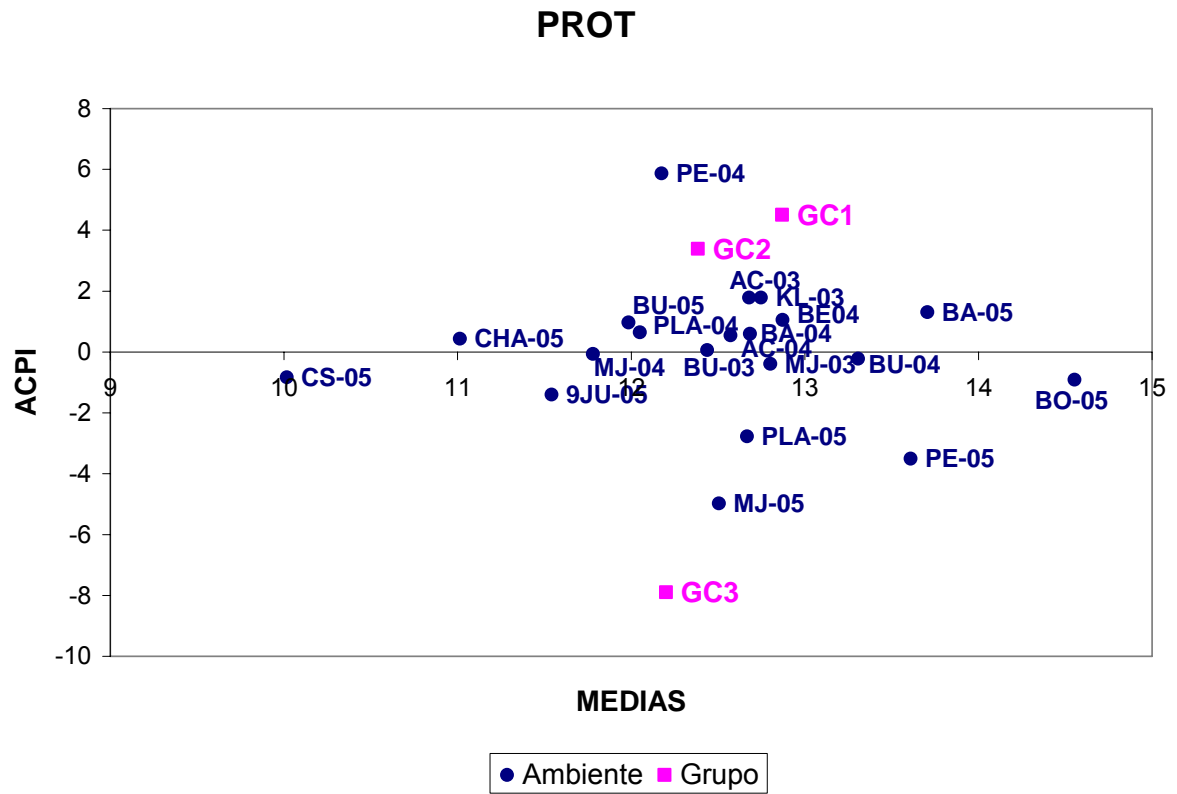


Figura IV-2: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada el ACPI para GH. Porcentaje de traza = 94,12 %.

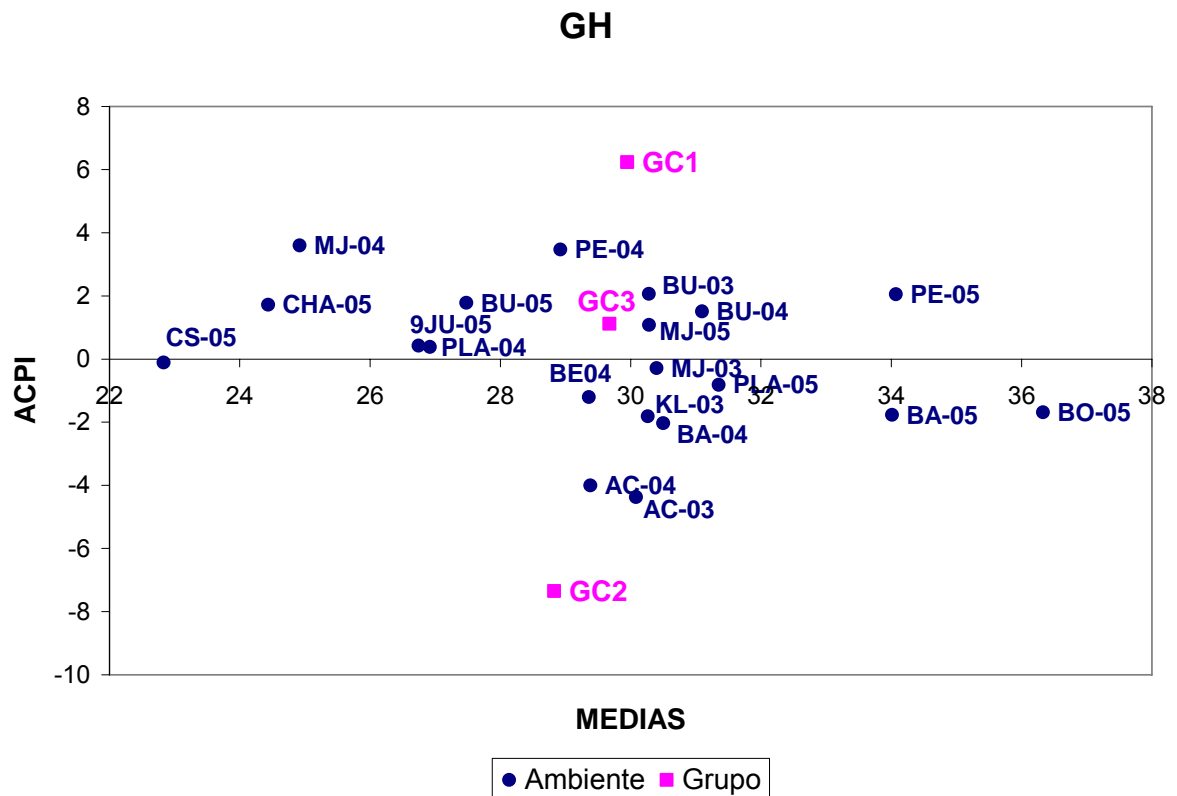


Figura IV-3: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada el ACPI para GE/C. Porcentaje de traza = 92,60.

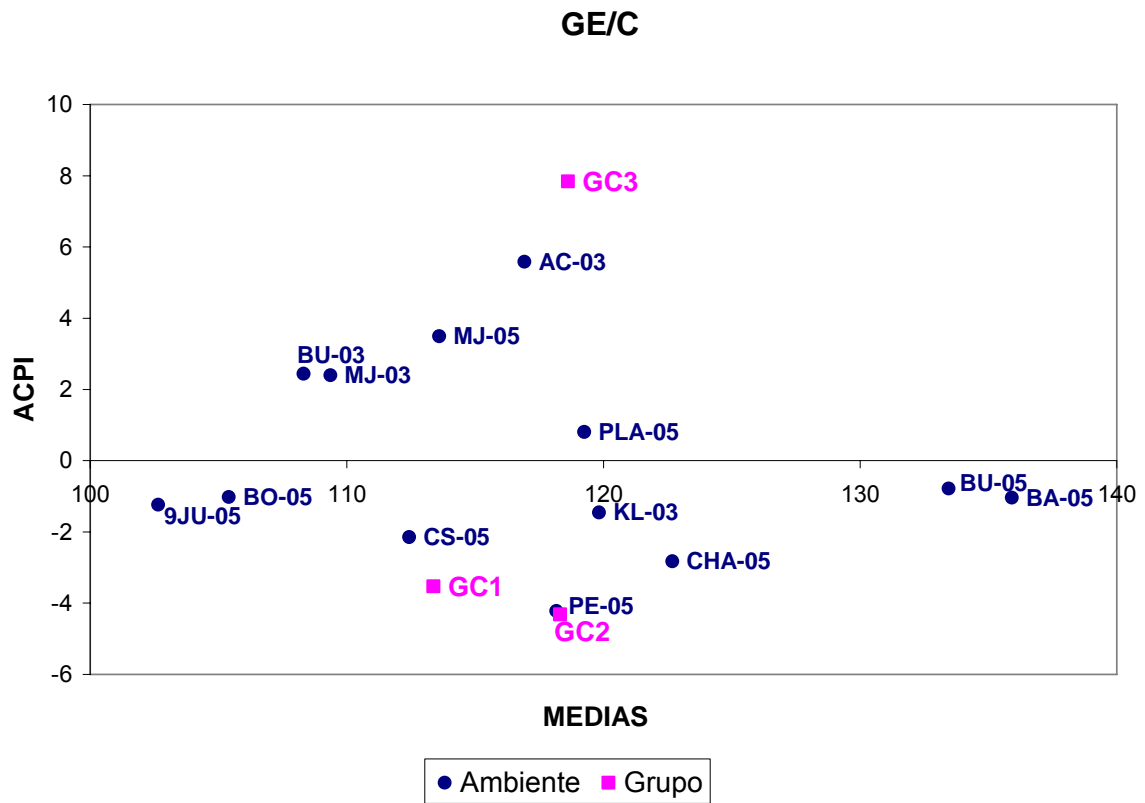


Figura IV-4: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada el ACPI para FN. Porcentaje de traza = 80,23 %.

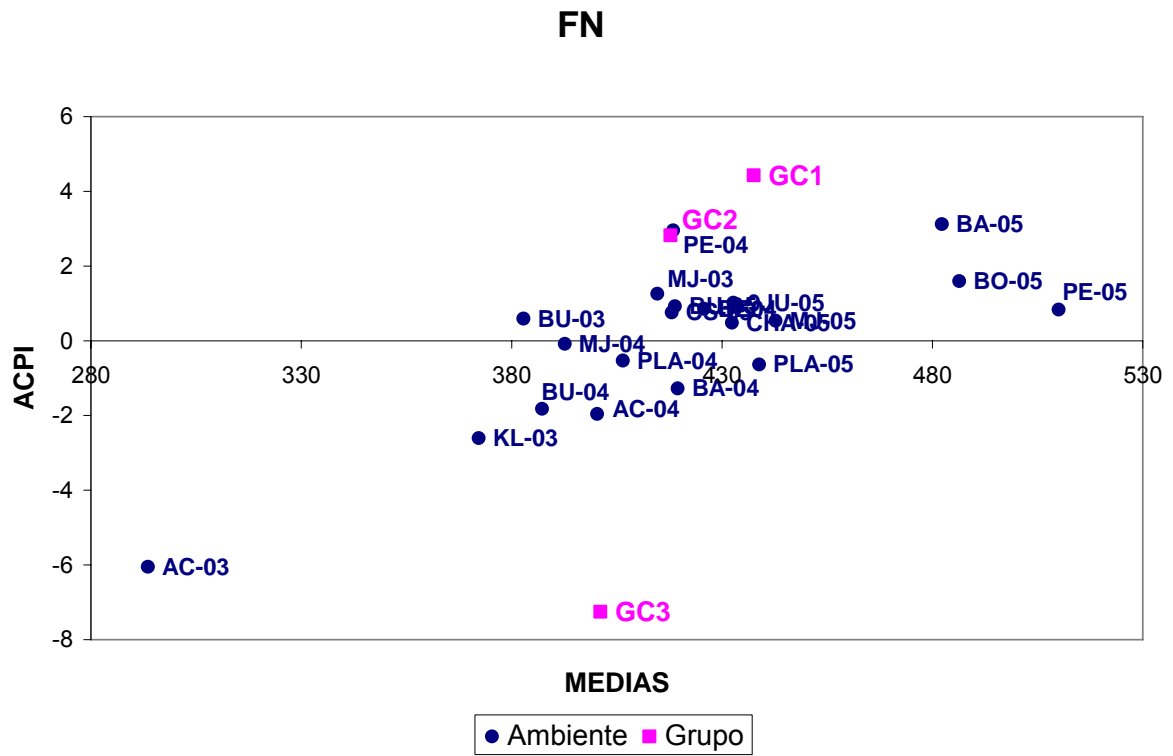


Figura IV-5: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada el ACPI para PH. Porcentaje de traza =87,28 %

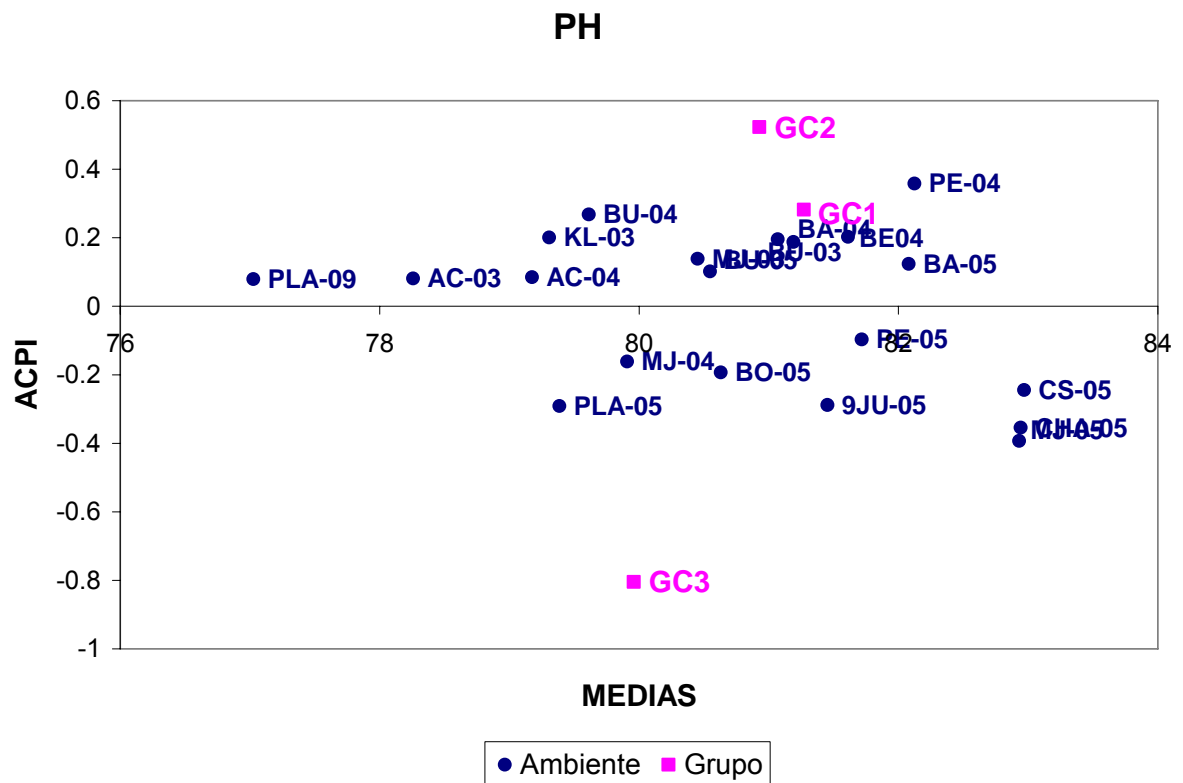


Figura IV-6: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada el ACPI para W. Porcentaje de traza = 93,77%.

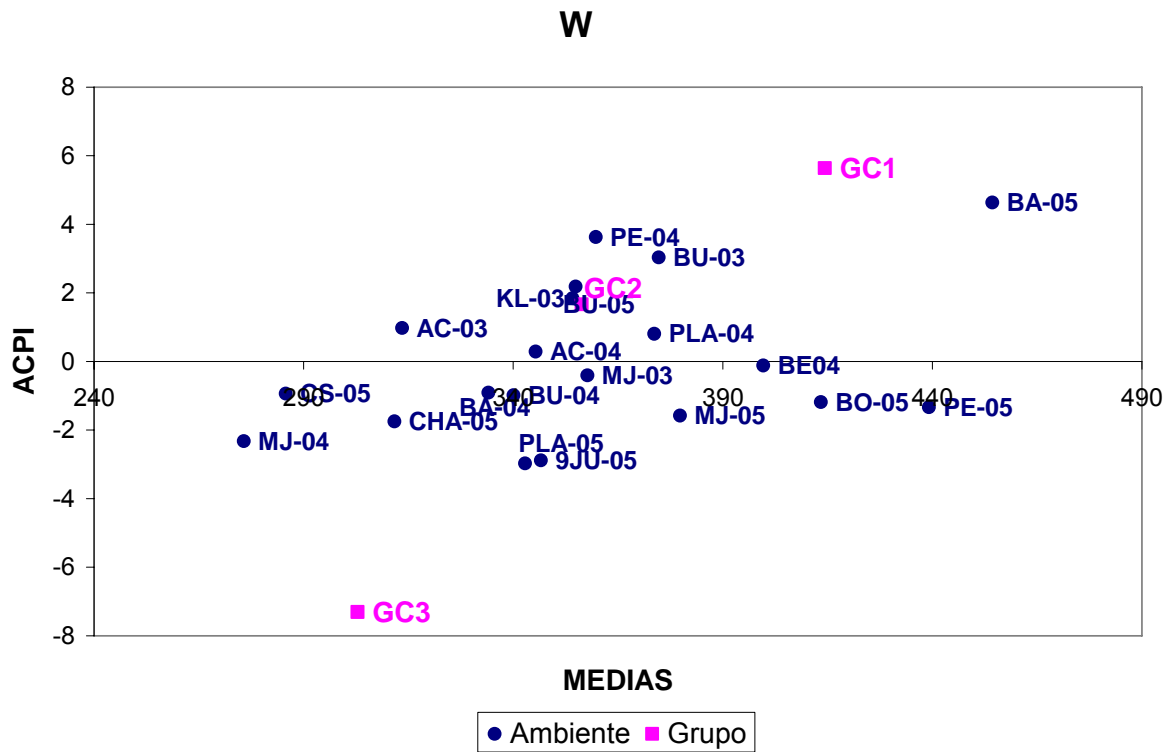


Figura IV-7: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada el ACPI para VOL. Porcentaje de traza = 93,88.

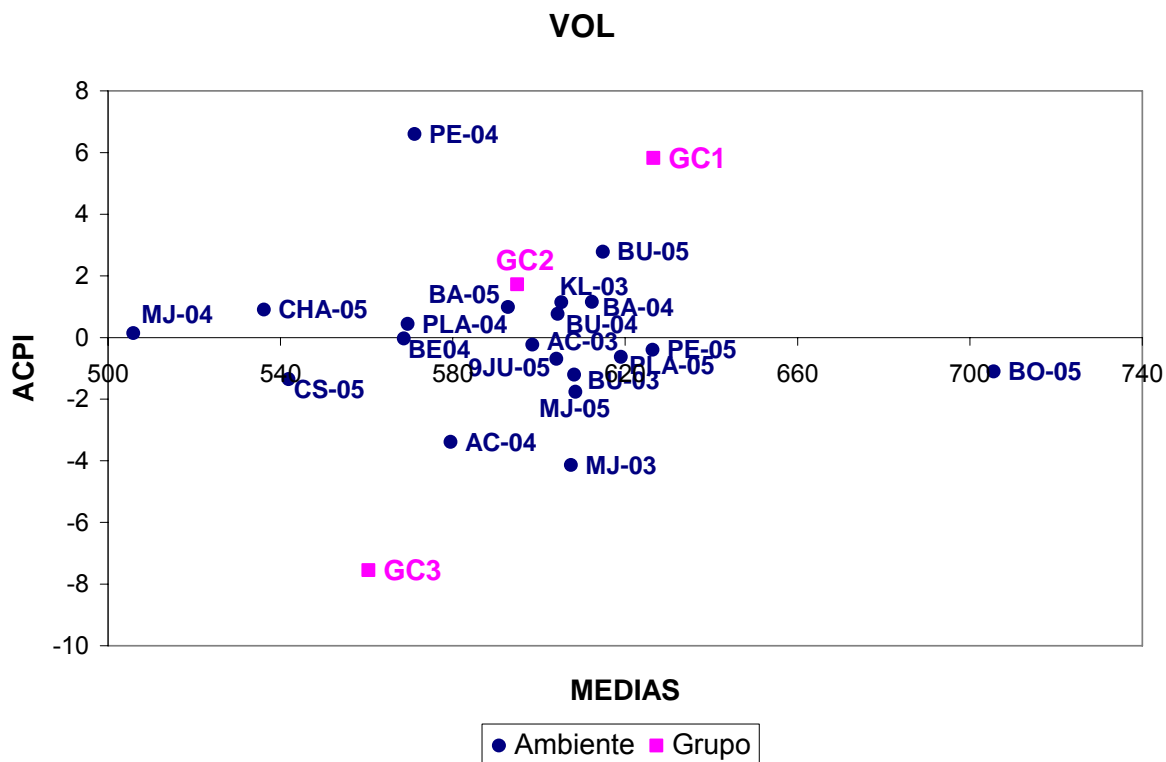
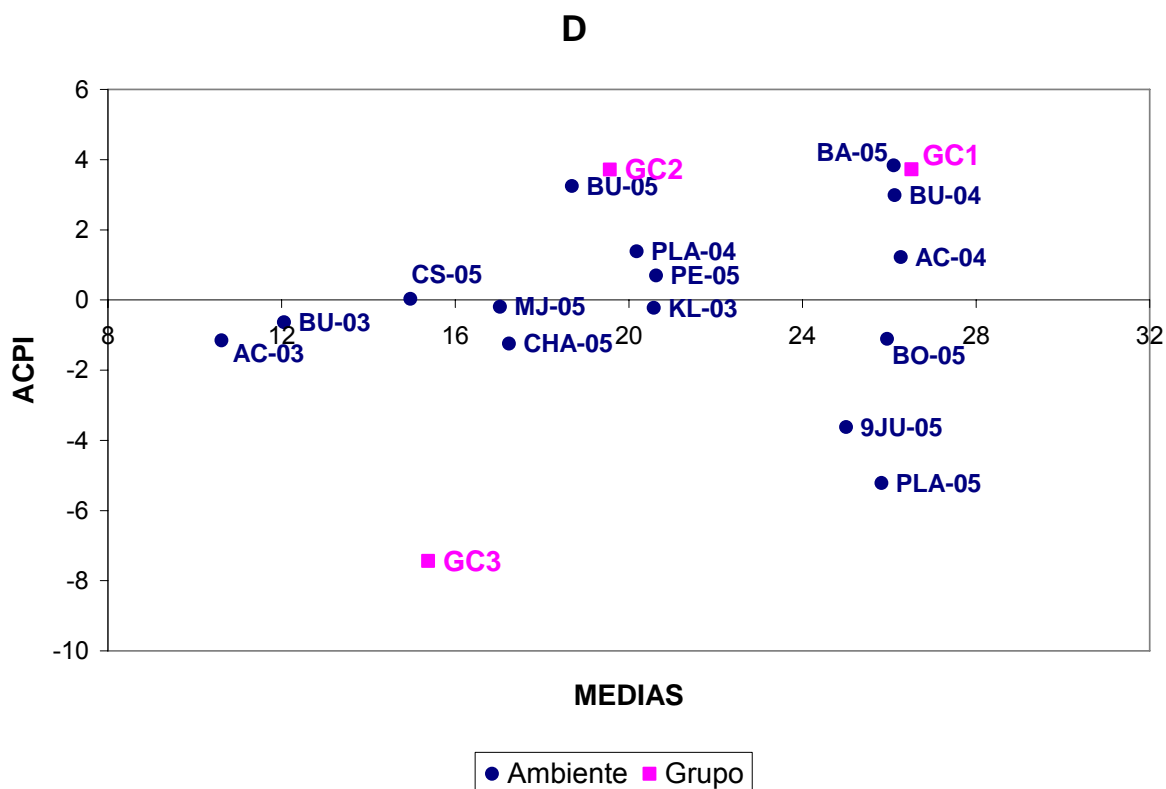


Figura IV-8: Biplot representando en la abscisa las medias genotípicas y ambientales y en la ordenada el ACPI para D. Porcentaje de traza = 82,97.





## DISCUSIÓN

Uno de nuestros principales objetivos fue tratar de identificar que variables categóricas influyen más en la determinación de la calidad industrial y comercial del trigo. La observación del estadístico  $\lambda$  permitió determinar dicha influencia en forma comparativa, debido a que  $\lambda$  es la razón entre la varianza “entre grupos” y la varianza “dentro de grupos”. Como consecuencia, un valor alto de  $\lambda$  indica que los grupos son estadísticamente diferentes y/o la varianza dentro de grupos es pequeña y, además la función discriminante separará bien los grupos que serán íntimamente muy homogéneos y a la vez diferentes entre sí. De lo anteriormente expuesto nuestros resultados indican que los grupos de ciclos son más homogéneos, compactos y diferentes entre sí que los grupos de localidades y años. Sin embargo, tal como lo indico la distancia de Mahalanobis y los fenogramas, los grupos de localidades también han sido compactos especialmente cuando se los combina con los ciclos.

Por otro lado, el estadístico univariado F indica como contribuye cada variable categórica a la variabilidad general porque es la razón entre la varianza de la variable categórica y la varianza del error experimental. F's grandes indican cuadrados medios y varianzas altas. Como consecuencia el efecto aditivo “Año” fue mayor que el efecto “Localidad” y a su vez ambos efectos fueron superiores al efecto “Ciclo”. Con respecto a los efectos multiplicativos, la interacción L x A fue la que más aportó a la variación general y le siguieron en orden creciente de magnitud las interacciones L x C y A x C. Los valores de  $\lambda$  (0,63) y de F (27,04) para los grupos de calidad fueron altos indicando grupos compactos y una alta variabilidad fenotípica, posiblemente condicionada por diferencias genéticas. Sin embargo, dicho efecto no superó el efecto ambiental de las localidades y los años ni su interacción A x L. Para la interacción G x A las localidades presentaron diferentes comportamientos según el año y en general ACA fue la subregión más estable.

En relación a la variable categórica años, la comparación entre ambas series de ensayos, resulta poco consecuente, dado que en la última serie sólo hay dos campañas, no pudiendo construirse el biplot.

Por lo antes expuesto, podemos concluir que las variables de calidad del trigo están condicionadas fuertemente en primer lugar por el ambiente agroclimático (localidades, años y su interacción A x L), en segundo lugar por el componente genético explicado por los grupos de calidad, y en tercer lugar por el efecto producido por el ciclo o la fecha de siembra (microambiente) y sus interacciones con factores ambientales (L x C, A x C).

El Análisis Discriminante, determinó la existencia de significancias entre los ciclos y en esta segunda serie, el fenograma, a diferencia de la serie anterior, agrupó C2 y C3 y mantuvo separado C1. Este comportamiento se podría deber a cambios en el germoplasma liberado, con una mayor frecuencia de materiales plásticos intermedios e intermedios-cortos. Ello se corroboró con el comportamiento de la variable W que en estos años no diferenció significativamente los ciclos.

Las combinaciones de ambientes no difirieron de las encontradas en el primer grupo ensayado.

Un segundo objetivo fue tratar de determinar que variables fueron las responsables de diferenciar grupos de ambientes (localidades, años, ciclos o sus combinaciones dobles) y grupos de calidad (genotipos) definidos a priori. Con este fin, se utilizaron las variables estandarizadas porque éstas no dependen de las unidades de medida debido a que tienen media igual a 0 y comparten varianza igual a 1, lo que facilita la comparación. Por lo tanto, la magnitud de un coeficiente ignorando su signo indicará la importancia relativa de las variables participantes en el cálculo de la función discriminante y nos permitirá determinar que variables contribuyen más a la discriminación entre grupos, de tal forma que a mayor coeficiente mayor discriminación.

El porcentaje de proteína en trigo (PROT) y el porcentaje de gluten húmedo (GH) fueron las variables con mayor influencia ambiental, porque tuvieron el mayor peso en la primera y

segunda función discriminante cuando se analizaron los grupos de ambientes (L, A y C) y sus interacciones (L X A, L x C y A x C). Sin embargo, al considerar solo las variables estandarizadas, el porcentaje de gluten húmedo (GH) no fue importante al clasificar localidades para ninguna de las funciones discriminantes significativas. La actividad de la alfa amilasa (FN) tuvo un peso importante sobre la segunda o tercera función discriminante al clasificar años o sus interacciones L x A y A x C. Especialmente dicha variable alcanzó los valores más altos en el año 00-01, independientemente de la localidad. Este comportamiento puede indicar una dependencia a factores climáticos especialmente precipitaciones, humedad relativa y temperaturas en las etapas finales de madurez.

Las variables GE/C y W tuvieron un importante influencia microambiental o de manejo. Es importante destacar que la variable categórica "Ciclo" incluye tanto un efecto microambiental como un efecto genético, debido a que los genotipos que se utilizan en siembras tempranas normalmente no se siembran en fechas tardías (C3). Además el ciclo 2 se conforma con variedades que se pueden usar tanto en siembras tempranas como tardías y es de esperar que dicho ciclo tenga un comportamiento intermedio al C1 y al C3.

Un tercer objetivo fue tratar de identificar localidades, años o ciclos particulares que sean capaces de determinar un patrón diferencial en las variables de calidad industrial y comercial del trigo. Los gráficos bidimensionales del análisis discriminante y los biplot del AMMI permitieron identificar este patrón en forma práctica. Se determinó que la subregión de Buck sería la región que promueve un aumento en las variables: trabajo de deformación alveográfica (W) y peso hectolítrico (PH).

La localidad MJ registró porcentajes elevados de proteínas y gluten húmedo en este período de ensayos. Dichos valores, poco frecuentes y llamativos, no guardaron relación con el trabajo de deformación alveográfica (W). Esos altos valores de P y GH usualmente se han asociado a menores rendimientos producto de condiciones menos favorables para la expresión del potencial genético. En la segunda Serie de Ensayos, los promedios correspondientes a P y GH, resultaron más uniformes, para las localidades consideradas, sin que MJ registrara los porcentajes elevados citados anteriormente. En contraposición, ACA disminuyó los valores de

porcentaje de proteínas en las variedades. En general, se puede concluir que existen localidades con diferenciales comportamientos. Barrow fue la localidad que presentó los valores altos para todas las variables. ACA fue una localidad que tuvo buen comportamiento para gluten y proteína pero mal comportamiento para las variables de calidad D, W y FN. Algunas localidades se comportaron en forma diferencial según la campaña considerada. Se determinó que los ambientes BO-05, BA-05 y PE-05 promueven un aumento en las variables: PROT, GH y W, y localidades CS-05, CHA-05 y/o MJ-04 son los ambientes que redujeron los valores de calidad para tales variables.

Un cuarto objetivo fue la clasificación de grupos de calidad (variable categórica altamente asociada al genotipo). Previamente la variable categórica "grupos de calidad" fue definida agrupando las variedades en tres grupos siguiendo la categorización dada por el comité de Cereales de Invierno del INASE (2006) donde los valores de ponderación son: PH (0,075); PROT (0,075); GH (0,1); Ge/C (0,5); W (0,25); D (0,1); V (0,25). Hay que destacar que el análisis discriminante no demostró la existencia de individuos mal clasificados para ningún grupo preexistente, lo que indicaría que estos valores de ponderación son útiles aún para la evaluación de variedades en ensayos multilocales o a través de los años. Sin embargo de la observación de los valores varietales surge que: algunos individuos incluidos en el grupo 2 podrían aspirar a formar parte del grupo 1.

El grupo de calidad 1 alcanzó los mayores valores para la totalidad de las variables y aportó en forma positiva y alta a la interacción G x A. Los grupos de calidad 3 y 2 tuvieron comportamientos medios diferentes al grupo 1, y siempre aportaron en forma negativa a la interacción G x A. El grupo 2 lo hizo para las variables GH, PROT, V y FN mientras que el grupo 3 para las variables PH y W.

En la nueva serie (2003/06) si bien el grupo 1 también alcanzó los mayores valores en casi todas las variables, con un aporte positivo a la interacción G x A, su relación con los otros grupos fue distinta y además estuvo asociado a otros ambientes.

El grupo 3 fue el que presentó mayor inestabilidad la cual podría deberse a la participación en este grupo de pocas variedades que no siempre se repiten en los distintos

ambientes adicionando a la variación la diferencia de las variedades involucradas. Como consecuencia se puede afirmar que la variación ambiental es más importante que la variación genética. Además el componente de la variación ambiental puede ser explicado únicamente por el efecto aditivo. Contrariamente el variación genotípica es exclusivamente explicada por el efecto de interacción G x A y el efecto aditivo sólo es importante para algunas variables como V, D y W, tal como lo demostró los resultados del análisis univariado.

Las variables que mejor discriminaron los grupos fueron V, W, D, PROT y GH. Sin embargo, al considerar las variables estandarizadas en el AD, los caracteres W y GH tuvieron más peso en clasificar grupos de calidad. Como consecuencia podemos afirmar que dichas variables tendrían un elevado componente genético.

Las variables con mayor peso para discriminar los grupos de calidad sobre la primera función canónica fueron FN y W (Tabla III-6), situación que no se reprodujo para el caso de la 2° Serie, donde FN no fue representativo (fue eliminado por el Stepwise). La segunda función discriminante, en la que la representatividad de la relación GE/C es alta, aporta sólo el 0.95% y no alcanza a diferenciar los grupos.

Como consecuencia podemos afirmar que dichas variables tendrían un elevado componente genético especialmente W y FN. La variable FN debería ser considerada para la clasificación de grupos por la importancia relativa que adquirió en los análisis presentados. Además es importante señalar que aunque el volumen del pan (V) tiene un alto peso para la ponderación aplicada por la entidad oficial INASE para la clasificación de los genotipos en grupos de calidad, dicha variable ha tenido una escasa relevancia en la clasificación de dichos grupos. Además esta variable demostró una intermedia variabilidad fenotípica al utilizar el modelo AMMI, pero una gran variabilidad ambiental, lo que posiblemente determine una baja heredabilidad y un protocolo muy afectado por el operador, condiciones que impidieron que tuviera un peso elevado en la clasificación de grupos de calidad.

Contrariamente con lo observado al clasificar grupos de ambientes, cuando se clasificaron los grupos de calidad, las variables PROT y GH, de mayor influencia ambiental, no

demonstraron diferencias significativas entre grupos de calidad, coincidiendo con los resultados obtenidos para el análisis de la varianza univariado.

Para las variables “Localidades” y “Años” la variable PROT fue la que tuvo mayor peso, señalándola como la variable con mayor expresión ambiental y que puede ser modificada por cambios macroambientales producidos por las subregiones o los años diferentes. Estos cambios ambientales presentan un componente aleatorio impredecible (especialmente la variable “Años”), sin embargo, las subregiones pueden involucrar además un componente microambiental producido por pautas de manejo diferenciales predecibles. G x L para rendimiento de grano.

#### Conclusiones

1. El análisis de las variables categóricas, en relación a la calidad industrial y comercial de trigo indicó que los ciclos son grupos más homogéneos y compactos entre sí que localidad y año, aunque cuando se los combina con localidad también resulta compacto.
2. El efecto aditivo “Año” fue mayor que el efecto “Localidad” y a su vez ambos efectos fueron superiores al efecto “Ciclo”.
3. Con respecto a los efectos multiplicativos, la interacción L x A fue la que más aportó a la variación general.
4. Los grupos de calidad fueron compactos, posiblemente condicionados por diferencias genéticas.
5. En relación a las variables cuantitativas, el % de Prot. fue el de mayor peso para discriminar las localidades, años y ciclos y en sus interacciones (junto con GH)
6. Con respecto a FN, el peso más significativo resultó sobre la 2° o 3° función discriminante, que permitió clasificar años y sus interacciones (L x A) y (A x C).
7. Las variables PROT y GH tienen una expresión determinada por condiciones climáticas y edáficas y un bajo control genético. Sería fundamental determinar cómo y cuáles variables ambientales condicionan su expresión, sin embargo la expresión de estas variables no se la puede desagregar de su relación con el rendimiento dado que en estos ensayos se

encontraron elevados niveles en MJ para casi todos los años cuyas condiciones ambientales limitan la expresión del rendimiento. En la segunda Serie de Ensayos, los promedios correspondientes a P y GH, resultaron más uniformes para las localidades consideradas, sin que MJ registrara los porcentajes elevados citados anteriormente.

8. Por lo antes expuesto, podemos concluir que las variables de calidad del trigo están condicionadas fuertemente en primer lugar por el ambiente agroclimático (localidades, años y su interacción A x L), en segundo lugar por el componente genético explicado por los grupos de calidad, y en tercer lugar por el efecto producido por el ciclo o la fecha de siembra (microambiente) y sus interacciones con factores ambientales (L x C, A x C).

Se evidenció un patrón de respuesta diferencial encontrado para algunas variables de calidad frente a diferentes condiciones ambientales. Esto permitió identificar subregiones particulares donde se podría predecir la calidad industrial y/o comercial. Marcos Juárez fue la localidad que más se alejó del resto y tuvo un comportamiento contrario a la subregión de ACA, mientras que las subregiones de influencia de Buck y Klein tuvieron un comportamiento similar e intermedio para las variables de calidad. (sobre todo para Prot.; GH y FN). Considerando las variables W y PH en Buck se registraron los mayores valores. En relación la variable cuantitativa W, si bien puede ser modificada por el manejo, responde a un control genético importante.

Teniendo en cuenta que la fecha de siembra expone al cultivo a diferentes condiciones ambientales relacionadas con la disponibilidad hídrica, térmica y radiativa, las variables GE/C y PH pueden ser modificadas variando la época de siembra.

El análisis discriminante no demostró la existencia de individuos mal clasificados para ningún grupo preexistente, lo que indicaría que estos valores de ponderación son útiles aún para la evaluación de variedades en ensayos multilocales o a través de los años. Sin embargo, de la observación de los valores varietales surge que: algunos individuos incluidos en el grupo 2 podrían aspirar a formar parte del grupo 1.

Las variables con mayor peso para discriminar los grupos de calidad fueron W y FN que tienen un elevado componente genético.

. La variable FN debería ser considerada para la clasificación de grupos por la importancia relativa que adquirió en los análisis presentados.

El volumen del pan (V), tuvo una escasa relevancia en la clasificación de los grupos de calidad.

El efecto aditivo del ambiente fue mayor que el efecto aditivo de los grupos de calidad (genotipo). Sin embargo, con excepción de la variable GE/C, la interacción G x A fue aportada en mayor medida por los grupos de calidad. Evaluar la magnitud de las interacciones permitirá explotar más eficientemente la adaptación específica a condiciones de manejo particulares.

La identificación de zonas macroambientales o pautas de manejo particulares, con diferentes capacidades para producir trigos con diferentes calidades de harinas tendría una importancia práctica. Todos los esfuerzos concentrados en la selección de materiales superiores pueden ser en vano si las variables son condicionadas por variación ambiental más que por variación genética. El entendimiento de cómo y dónde se expresa el máximo potencial de calidad puede ser más importante que la mejora genética.