



PROYECTO FUCREA - INIA

EL EQUILIBRIO VEGETATIVO COMO VIA DE AUMENTAR LA CALIDAD Y ESTABILIDAD DEL PRODUCTO "VINO TANNAT"

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

Uruguay ha tenido una larga historia vitivinícola, con una prolongada tradición vinculada fundamentalmente a la provisión del mercado interno. A comienzos de los 90, frente la amenaza que representaba la apertura al exterior y la integración al MERCOSUR, se produce una profunda transformación de sus estructuras productivas e industriales, se crea el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INAVI) y se inicia una campaña de promoción del vino uruguayo. La estrategia se basó en buscar que el vino uruguayo fuera reconocido entre los "conocedores" por su calidad y tipicidad y a la promoción de la imagen de Uruguay "País del *Tannat*". Esta situación plantea un fuerte desafío al sector, el que debe mejorar su desempeño si pretende lidiar en un ambiente más competitivo con vinos importados en el mercado interno y lograr una mejor inserción en los mercados externos (1). Es así que la vitivinicultura uruguaya comienza un proceso de cambio orientado a la mejora de su calidad. Para ello, reconvierte aproximadamente el 15% de la superficie de viñedos, con una marcada predominancia de plantación de la variedad 'Tannat', respondiendo a la estrategia país, para la elaboración de un vino diferenciado de alta calidad, que nos identifique a nivel mundial (2, 3).

Por otro lado, el mercado mundial de vinos viene atravesando un proceso de cambio estructural caracterizado por: a) una sobreoferta que se sostiene en una demanda estable e inclusive a la baja de vinos de mesa ("comunes"), b) un aumento en los intercambios comerciales de vinos finos, a consecuencia de modificaciones en los hábitos de consumo – orientada a vinos de calidad, c) la presencia de países del nuevo mundo muy competitivos, oferentes de productos de una adecuada relación calidad-precio, d) exigencias en la calidad e inocuidad de los productos, acompañada de fuertes reglamentaciones que contemplan estos aspectos (4).

En este contexto, se identifica como cliente objetivo para nuestros vinos "*El apreciador con alto involucramiento*" (1). Este se caracteriza por valorar productos de calidad, estar informado sobre el mundo del vino y apreciar todo aquello que posee un perfil artesanal. Asumir esta estrategia, implica la mejora de todo el sistema de valor, para conseguir un vino diferenciado que cumpla con las expectativas "del apreciador". Hay que destacar que el desafío que plantea el desarrollo de una marca "vinos de Uruguay" en el exterior (marca país-vino), es lograr un equilibrio entre la riqueza de la "promesa" que le hacemos al cliente objetivo y el respaldo en el "volumen" de producto que cumpla con las condiciones que aseguran coherencia en el mensaje (1).

Se reconoce como limitantes al desarrollo exportador del sector, la falta de una imagen país, la estrategia de comercialización y la brecha en cuanto a la calidad del producto elaborado y las características que demandan los consumidores del exterior (5). En la actualidad existen algunas bodegas "exportadoras", que han alcanzado el nivel de calidad adecuado para la estrategia de

diferenciación, superando con una presencia sostenida “la prueba del mercado internacional” (1), dejando así en evidencia la potencialidad del sector.

Sin embargo, no todos los vinos y bodegas pueden competir en el segmento de precios que se propone, siendo la inestabilidad e inconsistencias en la calidad del producto, identificadas como las principales limitaciones para obtener una posición competitiva y sostenible en el tiempo (6). En Inversiones y Negocios (5) a partir de los resultados de un panel de degustación internacional, se señala que el vino uruguayo tiene descriptores (positivos y negativos) asociados a la variedad Tannat y sus cortes, pero que no lograron sorprender al panel. Dentro de los descriptores negativos se mencionaba entre otros: amargor, astringencia (taninos inmaduros), muy alcohólicos, herbáceos, poca fruta madura. Es así que dentro del “Plan de refuerzo de la competitividad del conglomerado del Vino” (1) se reconoce la mejora de la calidad y la estabilidad del producto como determinante de la performance, en los factores de decisión de compra para el modelo de negocio planteado.

A su vez, las directivas emanadas del Plan Estratégico de la OIV 2009 -2012 (7), explicitan como ejes estratégicos de producción e investigación: el medioambiente, la vitivinicultura sostenible, la producción integrada y ecológica, el cambio climático y el balance de dióxido de carbono.

Surge entonces la necesidad de adaptarse a las nuevas exigencias y normativas de los mercados, concentrando esfuerzos tanto en la búsqueda de productos de alta calidad y tipicidad, como en procesos de producción seguros e inocuos para los productores, consumidores y el ambiente. Buscando mejorar el desempeño en estos aspectos, son definidas en el PACC (1) cinco líneas básicas de investigación a ser priorizadas, donde se incluye “el desarrollo de métodos que favorezcan la Enología de mínima intervención” (Manejo integrado de viñedos, control biológico de plagas, sustitutos de herbicidas y de fertilización química).

La productividad y calidad de la uva serán el producto de la interacción entre las condiciones climáticas imperantes y las practicas de manejo aplicadas a una determinada situación productiva. Una adecuada combinación variedad - sistema de conducción, densidad de plantación, porta-injerto, manejo del suelo, fertilización, ajuste de la carga y manejo de la canopia, permitirá maximizar la potencialidad de una situación agroecológica (8).

Aunque la precisa influencia del ambiente sobre la mayoría de los atributos de la calidad de la uva permanece desconocido, un adecuado sitio vitivinícola es aquel capaz de permitir la completa maduración de la variedad elegida, proporcionando el meso-clima, la disponibilidad de nutrientes y fundamentalmente una disponibilidad de agua suficiente, para lograr un adecuado, pero no excesivo vigor vegetativo (9).

La vid presenta habito de crecimiento indeterminado por lo cual su crecimiento persistirá mientras la temperatura y la humedad lo permitan (10). Es así que en zonas como el Uruguay, donde la temperatura de crecimiento, disponibilidad de agua y fertilidad del suelo, inducen altas tasas de crecimiento vegetativo, es común observar canopias densas y desequilibradas. Microclima desfavorable tanto para la maduración como la sanidad de la uva. (11, 12).

El “balance de la vid” y en particular el de su canopia, desempeña un papel determinante en la calidad del producto final. El concepto de balance de la vid hasta los años setenta se encontraba fuertemente asociado al equilibrio fuente/fosa de la planta, siendo orientados los esfuerzos principalmente a la búsqueda de una adecuada relación hoja/fruto como forma de maximizar la calidad de la uva y el vino (12-19). Posteriormente, comienza a prestarse mas atención al estudio del microclima de la canopia en si misma, entendiéndose por balance de la vid no solo la adecuada relación hoja/fruto, sino también, como la adecuada relación hoja expuesta/sombreada y el adecuado “vigor vegetativo” (20). Si bien altas relaciones hoja/fruta son asociados en general a una buena calidad de uva, dependiendo de la variedad, tipos de canopia y capacidad de carga de

la vid, podría también estar asociado a brotes vigorosos, hojas grandes, largos entrenudos y múltiples brotaciones laterales (feminelas), lo que resultaría en una canopia densa con gran proporción de hojas y racimos excesivamente sombreados (20).

El vigor - microclima del viñedo y los componentes de calidad:

Ya sea atribuidas a un mayor tamaño de bayas (21), una reducida iluminación de los racimos, o la repetición vegetativo/reproductiva (22-26), un sensible retraso de la maduración y una pobre calidad de la uva, han sido reportados asociados a viñedos excesivamente vigorosos. Plantas excesivamente vigorosas, producirán uvas de pobre contenido de sólidos solubles, concentración de antocianos, intensidad colorante, relación tartarico/malico y compuestos aromáticos (23-26), así como también una excesiva acumulación de potasio (23, 27-29) e incidencia de podredumbres de racimo (30)

El vigor y el aroma:

La intensidad de la luz sobre las bayas durante la madurez, inciden significativamente sobre la concentración de los distintos componentes responsables de los aromas florales y frutales (monoterpenos y norisoprenoides) así como aromas típicos varietales y de carácter herbáceos (IBMP y compuestos C6) (31 - 33). Ristic (34), quien comparó vinos de la variedad Shiraz producidos en viñas de canopias excesivamente sombreadas versus los producidos en viñas con buen grado de exposición, demostró como los vinos provenientes de viñedos sombreados, presentaban menores caracteres "licorosos" deseados y un mayor carácter "herbáceo", además de una mayor astringencia, que aquellos producidos con uvas provenientes de viñedos de canopias expuestas. La persistencia en el crecimiento vegetativo, asociada a una buena disponibilidad de agua y nutrientes, resulta en un excesivo sombreado de racimos y establece una fuerte competencia hoja/fruta por asimilados, atrasando la entrada en envero (inicio de la maduración) y la cosecha. Recientes evidencias, indican que el excesivo crecimiento vegetativo en si mismo, elevaría el contenido residual de los compuestos aromáticos herbáceos (C6, IBMP) (35). Por tanto, las relaciones de concentración entre compuestos aromáticos frutales y otros que imprimen caracteres herbáceos indeseables en los vinos, se reportan ligados tanto a la luz recibida por las bayas como al excesivo crecimiento vegetativo (36).

El vigor y el pH:

El grado de exposición a la luz, o sombreado y posiblemente la demanda evaporativa influyen significativamente en la acumulación de potasio y ácidos orgánicos en las bayas. Cepas excesivamente vigorosas y sombreadas presentan una mayor acumulación de potasio en bayas y mostos. (28, 37, 27, 23). A su vez el excesivo sombreado, inhibe la acción de las enzimas (pep carboxilasa y tartrato sintetasa), reduciéndose la síntesis de ácidos orgánicos. En el mismo sentido la fotosíntesis en las uvas verdes es responsable de aproximadamente el 50% de la acumulación de ácidos hasta el envero, por lo que el excesivo sombreado influirá directamente sobre su contenido (17). Dado que el pH del vino es resultado del equilibrio de los diversos ácidos incluidos en su composición (fundamentalmente el tartarico y málico) (38) y la influencia del K sobre la reducción de ácido tartárico libre, el microclima del viñedo jugará un rol determinante en el pH final del vino (39). Los vinos elaborados con uvas de pH superiores a 3,5 - 3,6 no envejecen bien y desarrollan sabores indeseables más fácilmente (40). Un pH elevado en el mosto provoca inestabilidad en el mosto y el vino resultante, y los expone a una mayor incidencia de daños biológicos y oxidativos (40, 41). El porcentaje de antocianinas presentes en sus formas coloreadas, disminuye a medida que aumenta el pH (40, 42), evolucionando el color de estos vinos hacia notas amarillas-anaranjadas (indeseables) tanto más intensa y rápidamente, cuanto más alto sea el pH (40, 43).

El vigor y la sanidad:

En zonas con climas templado-húmedos como el del Uruguay las condiciones de cultivo son muy favorables al desarrollo de enfermedades. En particular *Botrytis cinerea* Pers., agente causal de la podredumbre gris de la vid (*Vitis vinifera* L.) ocasiona importantes pérdidas transformándose para variedades destinadas a la vinificación, en uno de los principales factores a considerar al definir el momento de cosecha (44 - 47). Esto determina que en general la uva deba cosecharse sin haber completado la madurez deseada y en consecuencia los vinos producidos presenten: menores contenidos de sólidos solubles; una inadecuada relación de ácidos orgánicos; problemas oxidativos; menor intensidad aromática; carácter herbáceo; y mayor astringencia, comprometiendo la posibilidad de producir vinos de alta calidad en forma regular a través de los años. El vigor de la planta juega un rol determinante en el desarrollo de podredumbres de racimo. En plantas vigorosas los racimos serán mas grandes y compactos, los brotes vigorosos con largos entrenudos, hojas grandes, y múltiples brotaciones laterales (feminelas), lo que resultaría en una canopia densa con gran proporción de hojas y racimos excesivamente sombreados resultando en un ambiente mas propicio para el desarrollo de podredumbres (30). A su vez en canopias excesivamente compactas, la efectividad de control de los productos fungicidas se ve sumamente disminuida, debido a la reducida capacidad de penetración (48).

Herramientas para el control del vigor:

En virtud del habito de crecimiento de la vid, el balance de plantas es un objetivo difícil de alcanzar en zonas con alta disponibilidad de agua (altas precipitaciones) y suelos fértiles. Si bien es posible mediante un intensivo manejo en verde, disminuir la compacidad de la canopia y reducir sus efectos negativos sobre la calidad y sanidad de la uva, estas practicas son altamente demandante de mano de obra y además de aumentar substancialmente los costos de producción, ofrecen soluciones parciales (49).

El porta-injerto:

La introducción en Europa, a finales de siglo XIX, del uso del injerto de *Vitis vinifera* sobre variedades de vid americana como forma de resolver los problemas ocasionados por Phyloxera, constituye uno de los primeros y mas exitosos ejemplos de control biológico, tanto por su eficacia, como por su implicancia economía (50). La utilización de portainjertos se ha generalizado a casi todas las regiones vitícolas del mundo, proveyendo además solución a otros problemas productivos, como la presencia de nematodos (51), tolerancia al anegamiento (52). La influencia del portainjerto sobre la composición de la uva (53), la productividad (54), la nutrición mineral (55) y la tasa de crecimiento vegetativo (56) ha sido ampliamente reportada. Si bien es reconocido que para una situación agroclimática dada, es la interacción portainjerto/variedad la que definirá el vigor de la vid, este se ha visto estrechamente relacionado al ritmo de crecimiento (50), intercambio gaseoso, conductancia estomática, tasa fotosintética y eficiencia en el uso del agua del portainjerto (57, 58). Su gran exploración radicular y la capacidad de transportar rápidamente grandes cantidades de agua, le permite a la vid lidiar con la baja disponibilidad hídrica del clima mediterráneo, donde a menudo es cultivada (22). Bajo estas situaciones, portainjertos que transfieren bajo vigor a la variedad como Riparia, detienen su crecimiento y promueven una maduración mas temprana que aquellos mas vigorosos como Rupestris du Lot. Si embargo, aunque sobre suelos pobres estas diferencias son significativas, con ciertos matices, cualquier portainjerto se comportara como vigoroso en situaciones de alta disponibilidad de agua y nutrientes (50).

La densidad de plantación:

Muchos investigadores han señalado que el adecuado espaciamiento entre plantas, favorecerá el balance de la vid minimizando la necesidad de acciones correctivas (poda en verde, raleo de racimos, manejo de enfermedades) (60, 61). La mayoría de los trabajos señalan a la distancia en la fila como la principal determinante tanto del vigor de las plantas como de la calidad de la uva (60 - 64, 8, 65). A mediados de los 80, el Dr. Richard Smart (66) planteaba la teoría de "la

vid grande", donde proponía como método para la reducción del vigor, ampliar la distancia entre plantas, consiguiendo la buscada reducción del vigor a través de un mayor número de yemas por planta (vigor entendido como tasa de crecimiento de brotes individuales). En contraposición, la "teoría europea" insiste en que con altas densidades, el vigor de la vid se ve controlado a través de una mayor competencia radicular. Champagnol (22) postula que una alta densidad de plantas producirá plantas pequeñas, lo cual es indispensable para minimizar la gestión del viñedo y obtener vino de calidad. Tales ideas son tan dominantes en la viticultura francesa que normas estrictas ligadas a denominaciones de origen, controlan la densidad de plantación a densidades que pueden alcanzar las 10.000 plantas por hectárea (8). Por otro lado, trabajos sudafricanos demostraron que una elevada densidad promueve el uso más eficaz de los nutrientes y el agua pero causa un excesivo estrés hídrico frente a prolongados periodos de sequía (27). A principios de la temporada, plantas a alta densidad se verían beneficiadas por la mayor penetración de la luz solar, pero estas sufrirían más tarde en la temporada a causa de un excesivo estrés hídrico (67). Es así que, la específica interacción clima-suelo-planta es quien en definitiva determinará la distancia óptima de plantación. Dado que no todos los intentos de establecer competencia a través de la densidad de plantación han sido exitosos, Jackson y Lombard (8) concluyen a partir de resultados publicados en un amplio rango de climas y regiones vitícolas: 1) La alta densidad permitirá reducir el vigor de plantas y proporcionar un microclima ideal, en suelos y climas donde el potencial de crecimiento no sea elevado. 2) Una alta densidad de plantación será en cambio, incapaz de controlar vigor, promoviendo un microclima desfavorable, recomendando para estas situaciones la utilización de sistemas de conducción de canopia dividida (Scott Henry Lira, GDC).

El sistema de conducción:

Los sistemas de conducción tienen una dominante influencia sobre la cantidad de hojas potencialmente expuestas (18). Muchos estudios han reportado el beneficio que presentan los sistemas de canopia dividida para la conducción de viñas excesivamente vigorosas. Dichos estudios concuerdan en que la mejora de calidad obtenida, se explica por un mayor porcentaje de hojas por sobre el punto de compensación ($200 \mu E/m^2/s$) en los sistemas de canopia dividida, frente a los de canopia simple (18, 37, 68-82). Esta mejor interceptación de luz en plantas excesivamente vigorosas, se lograría a través de la reducción del vigor de brotes individuales (asociado a un mayor número de brotes por planta) (Shaulis et al. 1966, Shaulis 1953, Partridge 1925 – citado por 84) y por un mejor posicionamiento de los mismos (77, 81-82), lo que impacta directamente sobre la radiación recibida por racimos y hojas del interior de la canopia (77, 82, 37), aumentando el total de fotosíntesis (81) incrementando la inducción floral y fertilidad de la vid (77, 37, 81) afectando la fisiología de la planta en términos de estrés hídrico (85) y maduración (79), reduciendo el pH de uvas y vinos (84) e incrementando la concentración de sólidos solubles monoterpenos y antocianinas (lacono et al. 1995 – citados por 86, 8, 85).

La poda invernal:

El principal objetivo de la poda invernal es la de regular la carga del viñedo a fin de equilibrar la superficie foliar con la capacidad de la vid para madurar una determinada cantidad de uva. En general, dado que el número de inflorescencias está definido al momento de la poda, cuanto más yemas sean dejadas en pulgares o cañas, mayor será el rendimiento del viñedo. (87, 78, 22). El incremento de rendimiento será lineal hasta un nivel a partir del cual la respuesta disminuirá en relación a la disponibilidad de foto-asimilados, incidiendo en el porcentaje de brotación (87) y/o peso final de los racimos (88). Sin embargo, el número de yemas no solo influirá en la productividad del viñedo, sino también en el vigor individual de los brotes, viéndose este reducido a medida que el número de yemas es incrementado (88-90). Sin embargo, aumentando el número de yemas sin modificar la distribución espacial de las mismas, se reducirá la distancia entre los futuros brotes, resultando en una mayor densidad de la canopia, fundamentalmente en la zona de los racimos (91), impactando negativamente sobre la maduración y sanidad de la uva (fundamentalmente en climas húmedos) (66).

El estrés hídrico controlado:

El "estrés hídrico controlado" ha sido sujeto de recientes investigaciones por su gran impacto sobre la conservación del recurso agua, su efecto supresivo del crecimiento vegetativo y su potencial incremento de la calidad de la uva y el vino (92, 25). Si bien este incremento de la calidad ha sido reportado, asociado a disminuciones del tamaño de bayas (21), en general la mayor concentración de sólidos solubles, compuestos fenólicos y otros metabolitos secundarios de la uva, como respuesta a déficit hídricos controlados, son atribuidas a la reducción de la competencia con el crecimiento vegetativo y a una mejora del microclima de la canopia (23-26). El concepto consiste en restringir la disponibilidad de agua a un volumen inferior al consumido por la planta, imponiéndole un déficit hídrico, comúnmente desde cuajado a envero (26, 93). El crecimiento vegetativo es extremadamente sensible al déficit hídrico, puesto que para permitir la ampliación de las células en crecimiento las raíces deberán absorber mas agua de la que se pierde por transpiración (94). Por lo tanto, las tasas de crecimiento cambian rápidamente con fluctuaciones en el potencial de xilema (Ψ_{xilema}) y una reducción del crecimiento de brotes y hojas es el primer signo visible de déficit de agua de la vid (95). El cierre estomático producido a partir del un déficit hídrico, no solo reduce la pérdida de agua por transpiración, sino también limita la fotosíntesis, dado que la difusión del CO_2 , es mas sensible que la del vapor de H_2O frente a la apertura estomática (96). Sin embargo, un estrés hídrico leve reducirá el crecimiento vegetativo sin afectar substancialmente la fotosíntesis, lo que supone una mayor disponibilidad de carbohidratos para la uva (97). La respuesta, no es únicamente dependiente de la intensidad del estrés, sino también de la duración del periodo y del estado de desarrollo sobre el cual el déficit ocurra (93). Una deficiencia temprana no solo afectara el crecimiento vegetativo, sino también dependiendo de su intensidad, podría afectar el cuajado y la inducción de yemas (98); en el periodo cuajado - envero, el tamaño de baya, mientras que en el periodo envero – cosecha un impacto menor sobre la productividad del viñedo seria esperable (21, 92). En contraste, situaciones de mayor estrés (potencial de hoja (Ψ_{Hoja}) por debajo -15 bares), afectaran progresivamente el metabolismo fotosintético (99), hasta dañar en forma irreversible el aparato fotosintético, lo que en definitiva se verá traducido en perdidas de productividad y calidad de uva (99, 100).

La disponibilidad de nutrientes:

Los efectos estimulantes de la aplicación de nutrientes (particularmente nitrógeno) sobre el crecimiento vegetativo de la vid, ha sido ampliamente reportado en la literatura (Ver 97). El crecimiento vegetativo de la vid presenta frente a incrementos en su disponibilidad, respuesta "tipo-saturación" (101). La vid absorbe nitrógeno principalmente bajo la forma de nitrato (NO_3^-) (102), estando su tasa de absorción, regulada por el nivel de circulación de aminoácidos y péptidos en el floema quienes actúan como intermediarios entre lo demandado por los tejidos en crecimiento y la absorción de NO_3^- (103). Tanto el metabolismo del nitrógeno como su eficiencia de absorción, presentan un fuerte componente genético, estando el comportamiento vegetativo de la vid frente a determinados niveles de péptidos, aminoácidos y NO_3^- en peciolo de hojas, altamente ligada al cultivar (104). Sin embargo en cualquier caso, suprimir la disponibilidad de N, en teoría permitiría controlar el crecimiento vegetativo (105), mejorar la composición de la uva (24, 106) y reducir la incidencia de *Botrytis cinerea* (106). Según Tregoat et al. (2000) citado por Filgueira (107) en climas o temporadas secas, el comportamiento vegetativo de la viña es determinado fundamentalmente por el régimen hídrico, mientras que la disponibilidad de nitrógeno es un importante factor de control de vigor y calidad de la uva en regiones o temporadas lluviosas. Esta disminución del vigor es explicada por una reducción del flujo de citoquininas producidas en la raíz, en respuesta a la deficiencia de nitrógeno, afectando principalmente la división celular (94, 108-109). Al igual que frente a un déficit hídrico controlado, una deficiencia leve de nitrógeno suprimirá el crecimiento sin afectar significativamente la fotosíntesis, lo que supone una mayor disponibilidad de carbohidratos (109). A su vez y en contraste a lo ocurrido frente al déficit hídrico, estos podrán ser translocados a la uva, ya que no serian necesarios para el ajuste osmótico,

favoreciendo la maduración, acumulación de sólidos solubles y la producción de metabolitos secundarios en uvas (110). Sin embargo, deficiencias importantes de N podrían limitar significativamente la fotosíntesis debido a la reducción de la acción de enzimas como la rubisco (Chen y Cheng 2003- citado por (97)). Deficiencias aun mas severas, promoverían además la redistribución de nutrientes hacia hojas en desarrollo y la abscisión de hojas viejas (111). En consecuencia el contenido de sólidos solubles y metabolitos secundarios en bayas se verían disminuidos (24). A su vez, el contenido de nitrógeno fácilmente asimilable del mosto (FAN) disminuye proporcionalmente a la disponibilidad de N (112, 113). El nitrógeno juega un papel fundamental en la mayoría de las funciones biológicas y procesos que involucran a los microorganismos fermentativos (levaduras y bacterias malolácticas). El crecimiento de las levaduras, la cinética de la fermentación y el metabolismo de los aromas son todos muy afectados por el balance de nitrógeno del mosto (114). La formación de aromas azufrados, como el sulfhídrico, esta asociado a una carencia de fuentes nitrogenadas (116). Si bien, una de las soluciones que se ha encontrado es el agregado de sales de amonio (114), estas adiciones presenta algunos inconvenientes tecnológicos: riesgo de formación de compuestos cancerígenos (etilcarbamatos) y alergénicos (histaminas), desequilibrio del perfil aminoacídico varietal (112).

La cobertura vegetal:

Las coberturas vegetales son utilizadas con varios objetivos: Controlar erosión; mejorar estructura y materia orgánica del suelo; favorecer el drenaje interno; permitir la transitabilidad durante el tiempo húmedo; reducir la incidencia de plagas y enfermedades; favorecer desarrollo de organismos benéficos; así como promover el balance del viñedo (117-118). La competencia de la vid con la cobertura vegetal, empobrecería el suelo (22) y restringe el crecimiento de las raíces de vid en horizontes superficiales (119), reduciendo así la captación de agua y nutrientes (22, 120). Esta desaparición casi total de las raíces superficiales, y el establecimiento de formas más estables de la materia orgánica, en viñedos empastados, suelen determinar deficiencias de nitrógeno durante periodos de restricción hídrica (119). La respuesta encontrada frente a la utilización de coberturas vegetales en climas fríos y húmedos ha sido comparable con el normalmente asociado al riego deficitario en climas calidos y secos (reducción del vigor, menor tamaño de bayas, mejor composición de la fruta y menor incidencia de podredumbres) (122). Si bien, esta respuesta ha sido reportada como asociada a la competencia por nitrógeno (Chantelot et al, 2002 citado por (107)), la mayoría de la literatura, coincide en que el agua utilizada por la cobertura vegetal fundamentalmente durante la primavera, podría inducir el déficit hídrico necesario para estimular la detención del crecimiento vegetativo excesivo (122-123, 125). A su vez, aunque establecer dicha competencia es altamente recomendada, esta debe ser controlada fundamentalmente cuando se trata de viñedos en secano, dado que una excesiva competencia durante los periodos críticos podría resultar en perdidas importantes de productividad (126).

Antecedentes de investigación nacional:

Si bien existen empresas vinculadas al sector en todo el Uruguay, el 82% de la producción de vino se concentra en la zona sur del país en los departamentos de Canelones y Montevideo (3). La elevada fertilidad y capacidad de retención de agua de los suelos predominantes de la región (Brunosoles y Vertisoles), el régimen de precipitaciones y las practicas tradicionales de manejo, determinan que el excesivo vigor sea un problema común a la mayoría de viñedos. La necesidad, de mantener plantas de buena expresión vegetativa, capaces de producir altos rendimientos en forma sostenida y el riesgo potencial que implica manejar niveles de estrés en viñedos no irrigados, ha determinado que la estrategia comúnmente utilizada sea, el empleo de portainjertos de vigor medio a alto (SO4, 3309C, 1103P) y la aplicación de herbicida en filas, eliminando la competencia establecida por malezas. Esta estrategia es sustentada tanto en el conocimiento empírico, como en resultados de investigación nacional, donde portainjertos poco vigorosos como Riparia han mostrado una limitada capacidad de reducción de vigor en temporadas lluviosa y una elevada

sensibilidad a periodos de estrés hídrico (127). A su vez, aunque la exploración radicular de la vid en los suelos predominantes del departamento de Canelones es limitada (128), el efecto sobre el vigor de practicas como la utilización de coberturas vegetales altamente competitivas en la entrefila ha sido limitado (107, 129-130), mientras otras como la densidad de plantación no han mostrado un efecto significativo (131). En dichos trabajos tanto la calidad como la productividad de las plantas no se vieron afectadas. Por otro lado, en concordancia con aquello ampliamente reportado (77, 84), una sensible reducción del vigor individual de brotes fue observado en plantas conducidas en sistemas de canopia dividida (Lira) frente a aquellas conducidas en Espaldera (VSP). Sin embargo, la respuesta de plantas conducidas en Lira, respecto al régimen hídrico, es comparable a la respuesta de plantas injertadas sobre portainjertos de vigor reducido (131). Es así que, a razón de la reducida capacidad de establecer factores de estrés bajo la forma tradicional de nuestra producción (en secano), la mayoría de los trabajos de investigación nacionales han enfocado la resolución del problema a través de la aplicación de practicas correctivas como el rognage (132), los deshojados parciales (47, 132) y deshojados a nivel de los racimos (47, 133-134). Si bien, estas practicas han mostrado tener un impacto substancial sobre la calidad de la uva y el vino resultante, son altamente demandantes de mano de obra y además de aumentar substancialmente los costos de producción, ofrecen soluciones parciales (49).

LA PROPUESTA

Nuestra investigación, pretende contribuir con el posicionamiento de la Categoría “Vinos de Uruguay”. Se orienta con un enfoque agroecológico aplicado, a la mejora de la calidad de uvas y vinos, vía desarrollo de un paquete tecnológico enmarcado en nuestras limitantes edafoclimáticas. Se plantea un cambio de la “lógica productiva actual”, donde la estrategia para combatir impredecibles periodos de déficit hídrico, es la utilización de portainjertos vigorosos, la fertilización y la constante eliminación de competencia mediante la aplicación de herbicidas. Esta “nueva lógica” en cambio, reconoce en el manejo controlado del estrés, el establecimiento de la competencia y la incorporación del riego, herramientas con gran potencial de aplicación a nuestro sistema de producción vitivinícola. El enfoque se sustenta en la hipótesis de que es posible mediante la completa cobertura vegetal, promover una competencia suficientemente agresiva como para restringir la elevada disponibilidad de agua y nutrientes de nuestros suelos, favorecer el balance de la vid y mejorar la calidad de la uva; al tiempo que mediante la irrigación es posible hacer frente a eventos climáticos extremos. Se parte del conocimiento de que la interacción entre coberturas vegetales, fertilidad del suelo y crecimiento del viñedo es compleja y dinámica, por lo que la comprensión clara de estas interacciones y de la variabilidad de los procesos biológicos involucrados, es clave si pretendemos hacer de las coberturas vegetales, una herramienta efectiva en el manejo de la nutrición del viñedo. Esta búsqueda del equilibrio ecofisiológico requerirá además, conocer posibles interacciones con otras practicas culturales determinantes del vigor, como el portainjerto, la densidad de plantación, el sistema de conducción, la fertilización nitrogenada. El éxito de la propuesta, significaría un aumento sustantivo de la competitividad potencial de nuestro conglomerado vitícola, el cual se sostendría en el incremento de la calidad y regularidad del producto “vino uruguayo”, acompañado de una reducción importante de los costos de mano de obra asociados al manejo en verde. Paralelamente, asumir la estrategia planteada implicaría una reducción significativa en la utilización de fitosanitarios (herbicidas y fungicidas), minimizaría las perdidas de nitrógeno del viñedo y favorecería la salud del suelo. Considerando que “*el apreciador con alto involucramiento*” ha sido identificado como cliente objetivo para nuestros vinos, el enfoque agroecológico y distintivo de la propuesta, significaría además una determinante mejora de la performance, en los “*factores de decisión de compra*” para el modelo de negocio planteado.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

GENERAL: Desarrollar herramientas de manejo y gestión, que permitan vía conducción eficiente y precisa

del crecimiento vegetativo, aumentar la calidad y estabilidad del producto “vino Tannat”, reduciendo aplicaciones fitosanitarias y labores en el viñedo.

ESPECÍFICOS (OE):

- 1 Evaluar para nuestras condiciones edafo-climáticas, la efectividad de la cobertura vegetal permanente (parcial y/o total) como herramienta para control del vigor.
- 2 Definir interacciones entre el manejo de la cubierta vegetal y otras practicas culturales (portainjerto, densidad de plantación, sistemas de conducción, disponibilidad de agua y nutrientes).
- 3 Conocer la respuesta de la variedad al estrés hídrico y su impacto sobre el vigor, la productividad y calidad de uva.
- 4 Valorar la interacción: estrés hídrico - disponibilidad de nitrógeno.
- 5 Definir paramétrica (rangos y/o umbrales) para la caracterización de viñedos en términos de equilibrio vegetativo.
- 6 Ajustar para nuestras condiciones, herramientas de monitoreo de bajo costo, para la gestión del estrés hídrico en vid.

RESULTADOS DEL PROYECTO (INTERMEDIOS Y FINALES)				
RESUMEN NARRATIVO DEL RESULTADO	OE ¹	INDICADOR VERIFICABLE	DE	LOGRO
Se conoce y valora la efectividad de las coberturas vegetales permanentes como herramienta para el control del vigor.	1	Cartilla y divulgación	Jornada de resultados	de resultados preliminares.
Se conoce y valora la interacciones entre el manejo de la cubierta vegetal y otras practicas culturales (portainjerto, densidad de plantación, sistemas de conducción, disponibilidad de agua y nutrientes).	2	Cartilla y divulgación	Jornada de resultados	de resultados preliminares.
Se conoce la respuesta al estrés hídrico de la variedad y su impacto sobre el vigor, la productividad y calidad de uvas.	3	Cartilla y divulgación	Jornada de resultados	de resultados preliminares.
Se conoce y valora la interacción: estrés hídrico - disponibilidad de nitrógeno.	4	Cartilla y divulgación	Jornada de resultados	de resultados preliminares.
Se dispone de paramétrica ajustada, para la caracterización de viñedos en términos de equilibrio vegetativo.	5	Cartilla y divulgación.	Jornada de	de divulgación.
Se dispone de herramientas de monitoreo de bajo costo, para la gestión del estrés hídrico.	6	Cartilla y divulgación.	Jornada de	de divulgación.
Se definen recomendaciones de gestión del viñedo (manejo del suelo, irrigación, fertilización), ajustadas a condiciones particulares de suelo – planta – ambiente - cultura.	1,2,3,4,5,6.	Publicación científica y Jornada de divulgación.		y

¹OE: En columna se presenta número del objetivo/s específico/s a los que corresponde el resultado esperado.

LA ESTRATEGIA

Por su eficiencia en costos, resultados e impacto, se considera razonable que las experiencias se realicen en condiciones experimentales controlables e involucrando a los principales actores de la cadena. El proyecto se realizaría en el período 2011-2014. Se contaría con datos de al menos tres vendimias, validando todo el procedimiento al tercer año a través del empleo de paquetes estadísticos apropiados. Se trabajaría básicamente en viñedos ya implantados, pertenecientes a INIA e integrantes del grupo CREA y ABE, en suelos representativos del área de producción y sobre los sistema de conducción más empleados (espaldera y lira). La

reconocida alianza INIA-Facultad de química/UDELAR y la estrecha articulación entre ambos equipos de investigación, asegura el acceso al conocimiento e infraestructura analítica disponible a nivel nacional. En este esquema, se dispondrá de la infraestructura necesaria para el manejo y seguimientos de campo, incluido parte de su costo. Lo mismo ocurre con la mayor parte del equipamiento pesado desde el punto de vista analítico. Por tanto, el compromiso asumido por los distintos participantes y beneficiarios involucrados, implica una optimización de recursos y esfuerzos, permitiendo a través de rubros de costo medio, obtener resultados con validez de transferencia y aplicación inmediata.

Se parte del diagnóstico que en muchos casos los fondos destinados a I + D son insuficientes, descoordinados, o no se adecuan a las necesidades del sector (1). La coordinación entre grupos de investigación de reconocido nivel académico, con gran parte de los integrantes de la cadena agroindustrial (principales beneficiarios de las tecnologías generadas), asegura la transferencia y adopción de los productos tecnológicos obtenidos, considerándose esta una gran fortaleza de la propuesta. Finalmente es destacable que el equipo multidisciplinario proponente, reúne un grupo consolidado de investigadores especializados en sus áreas de conocimiento, lo que permiten asegurar el cumplimiento de las actividades, con un manejo flexible y adecuado de los resultados de cada etapa.

*Ensayo 1: La cobertura vegetal, el marco de plantación y el plano de poda sobre el vigor, calidad y sanidad de uvas (*Botrytis cinerea*) del cultivar Tannat.*

Diseño experimental: Se pretende conocer el efecto de diferentes manejos de suelo, sobre el vigor de la planta y la calidad de uvas y vinos, así como también su posible interacción con la densidad de plantación. En el supuesto que la completa cobertura vegetal del viñedo, podría afectar significativamente el microclima de los racimos (HR% y temperatura), el efecto de la altura de plano de poda será también evaluado. El diseño experimental consiste en bloques completamente al azar con 4 repeticiones (Parcelas subdivididas), donde el factor principal analizado es el manejo de la cobertura vegetal. Se compara la completa cobertura vegetal del viñedo, contra el esquema tradicional de manejo (Entrefila empastada y herbicida en la fila). La parcela principal se encuentra dividida por alturas de plano de poda (0,5 y 1,0 m.) y esta a su vez por tres distancias de plantación (0,7, 1,0 y 1,5 m), dando la combinación de factores un total de 12 tratamientos. El experimento concentra 48 parcelas experimentales de 8 plantas adyacentes donde las 6 centrales serán evaluadas. El viñedo implantado en la primavera 2006, en la estación experimental INIA-Las Brujas, Canelones, Uruguay (34° 44 S 56° 13 W) y sobre suelo clasificado como Brunosol eutrítico típico, completará al inicio de las evaluaciones su tercera "cosecha comercial". Las plantas de la Tannat (Clon 398), injertadas sobre SO4, conducidas en espaldera, en filas orientadas Norte-Sur con 2,8 metros de distancia entrefila, serán podadas a cordón Royat (pitones de dos yemas separados por 15 cm aprox).

Manejo del viñedo: En todos las parcelas, *Festuca arundinacea* fue sembrada en fila y entrefila a una densidad de 30 Kg por hectárea, durante el periodo poscosecha 2011. En el tratamiento "convencional" previo a la brotación y durante la estación de crecimiento, una franja de un metro sobre la fila, se mantendrá libre de pasturas mediante la aplicación de herbicidas. Para todos los tratamientos y en caso que las condiciones climáticas lo requieran (alta HR%), previo a floración, en enero y 20 días antes de cosecha, la pastura será cortada a una altura aproximada de 7 cm. El manejo en verde de la canopia consistirá en la remoción manual de brotes infértiles y/o provenientes de yemas fuera de los pitones librados durante la poda, cuando estos presenten una longitud aproximada de 30 cm. Posteriormente se procederá al posicionamiento vertical de brotes y el roñado cuando estos superen 30 cm la altura del último alambre. La carga de las plantas serán ajustados de acuerdo al ratio hoja/fruto utilizando el valor 1,8 m²/Kg recomendado por Coniberti *et al.* (135). El control de plagas y enfermedades será realizado de acuerdo a la normativa de producción integrada. Todas las parcelas serán irrigadas y la fertilización nitrogenada en caso de ser necesario, ajustada para cada tratamiento en función de análisis foliares.

Estrategia de irrigación: En la primera temporada, hasta no generar información nacional respecto a respuesta de la planta al estrés hídrico, para decidir el inicio del riego, se utilizara el umbral de -12bars LWP al mediodía recomendado por (136). La evapotranspiración del cultivo (ETc) y necesidades de riego serán estimadas a partir de valores de evaporación de referencia (ETo) tomadas de la estación meteorológica INIA-Las Brujas, situada a menos de 100 m del viñedo; utilizando la ecuación $ETc = Kc \times ETo$ (137); donde Kc es el coeficiente de cultivo estimado ($Kc = 0,017 \times \text{área sombreada}$) (138). En principio no se plantea como necesario el ajuste del factor de dicha ecuación sin embargo este será corroborado en plantas sobre lisímetros. A la vez plantas irrigadas al 100% de la ETc serán monitoreadas, esperando el contenido de agua en el suelo permanezca constante ($\pm 5\%$). El volumen de agua a aplicar será el correspondiente al 70% de la ETc acumulada durante la semana previa y será distribuida en cinco días cada semana. Frente a prolongados periodos de "sequía", donde un excesivo estrés hídrico pueda ocurrir, a partir del umbral de LWP a definir, se continuara con una lamina equivalente al 100% de la ETc. Este umbral será establecido en función de mediciones de fotosíntesis y LWP en parcelas sin riego. En casos donde las precipitaciones excedan la ETc semanal, el riego se retomara una vez mas a partir de -12bars LWP al mediodía, repitiéndose la estrategia descripta.

Seguimiento y evaluación: por ser común a todos los ensayos se encuentra detallado en el capítulo "metodología".

Ensayo 2: La cobertura vegetal, el portainjerto y el sistema de conducción sobre el vigor y calidad de uvas del cultivar Tannat.

Diseño experimental: Se pretende conocer el efecto de diferentes manejos de suelo, sobre el vigor de la planta y la calidad de uvas y vinos, así como también su posible interacción con el portainjerto y el sistema de conducción. El diseño experimental consiste en bloques completamente al azar con 4 repeticiones (Parcelas subdivididas), donde el factor principal a analizar es el sistema de conducción. Se analizan dos sistemas de conducción (Lira y espaldera) a dos densidades de plantación (0,5 y 1,0 m). La parcela principal se encuentra dividida por dos portainjertos, uno de vigor medio-alto (SO4) y otro de vigor bajo (101-14) y esta a su vez por dos manejos de la cobertura vegetal. Se compara la completa cobertura vegetal del viñedo, contra el esquema tradicional de manejo (Entrefila empastada y herbicida en la fila), dando por combinación de factores un total de 16 tratamientos. El experimento concentra 64 parcelas de 9,0 m lineales. Cada parcela esta integrada por un total de 9 o 18 plantas, dependiendo de la densidad de plantación, donde la primera planta de cada extremo es considerada "borde" y por tanto no será evaluada. Las cepas de *Tannat-clon 398*, fueron implantadas en el año 1999, en la estación experimental INIA-Las Brujas, Canelones, Uruguay (34° 44 S 56° 13 W), sobre un Brunosol eutrítico típico, en filas orientadas Norte-Sur con distancia entrefila 2,8 y 3,5 para espalderas y liras respectivamente. Estas se encuentran podadas a cordón Royat (pitones de dos yemas separados por 15 cm aprox.).

Tanto el "manejo del viñedo", como la "estrategia de irrigación" adoptada serán los mismos descriptos previamente para el *Ensayo 1. El seguimiento y evaluaciones:* por ser común a todos los ensayos se encuentra detallado en el capítulo "metodología".

Ensayo 3: El estrés hídrico y la disponibilidad de nitrógeno sobre el vigor y calidad de uvas del cultivar Tannat.

Diseño experimental: Se pretende conocer la respuesta de la planta – en términos de vigor y calidad de uva - frente a niveles de estrés hídrico y disponibilidad de nutrientes (nitrógeno). Para establecer los diferentes niveles de estrés, se proyecta combinar tratamientos de manejo de suelo, riego y fertilización en suelos con diferente capacidad de retención de agua y disponibilidad de nutrientes. Para ello, dentro de los establecimientos nucleados por FUCREA, tres viñedos comerciales adultos de *Tannat*, conducidos en espaldera alta, serán seleccionados en base a su potencial de vigor (alto, medio y bajo). En cada uno de ellos, sobre parcelas comprendidas por tres

filas consecutivas, diferentes tratamientos de manejo de la cobertura serán establecidos (completa cobertura del viñedo vs. entrefila empastada y herbicida en la fila), en un diseño de bloques completamente al azar con 6 repeticiones (parcelas subdivididas). En cada fila de estas parcelas principales, diferentes tratamientos de irrigación serán aplicados (100%ETc, 70%ETc y secano). Posteriormente, en cada fila, tres diferentes dosis de fertilización nitrogenada serán aplicadas (0, 50 y 100 UN/Ha). Cada replica del experimento concentrara 108 parcelas experimentales de al menos 10 plantas adyacentes donde las 6 centrales serían evaluadas. El “*manejo de los viñedos*”, será el mismo que el descrito previamente en el *Ensayo 1*. En este caso la cobertura vegetal sería establecida durante el otoño del año 1.

Tratamientos de riego: Dos tratamientos de riego (70 y 100% ETc) mas un secano serán evaluados. Para todos los tratamientos, la evapotranspiración del cultivo (ETc) y necesidades de riego serán estimadas a partir de valores de evaporación de referencia (ETo) tomadas de la estación meteorológica mas cercana; utilizando la ecuación $ETc = Kc \times ETo$ (138); donde Kc es el coeficiente de cultivo estimado ($Kc = 0,017 \times \text{área sombreada}$) (138). En el tratamiento de 70% ETc, el inicio del riego estará determinado por el umbral de -12bars LWP recomendado por (Williams, 2005). Valor asociado a plantas experimentando un cierto nivel de estrés. El volumen de riego semanal será aplicado en cinco días, correspondiendo al 70% de la ETc acumulada durante la semana previa hasta la cosecha. En el tratamiento 100% ETc el inicio del riego estará determinado por el umbral de -10 bars LWP asociado a plantas bien hidratadas (136). El volumen de riego semanal será aplicado en cinco días, correspondiendo al 100% de la ETc acumulada durante la semana previa, hasta envero y a un 70% de la ETc de envero a cosecha. Frente a prolongados periodos de “sequía” bajo regimenes de 70% de la ETc a partir del umbral de LWP a definir, se continuara con una lamina equivalente al 100%. Este umbral será establecido en función de mediciones de fotosíntesis y LWP en parcelas sin riego. En casos donde precipitaciones excedan la ETc semanal, el riego se retomara una vez mas a partir de los umbrales de LWP previamente definidos, repitiéndose la estrategia descrita. En ambos tratamientos una lamina de 100%ETc será aplicada en poscosecha.

Seguimiento y evaluación: por ser común a todos los ensayos se encuentra detallado en el capitulo “metodología”.

METODOLOGIA

Fisiología de la planta y microclima de la canopia:

Evaluaciones fisiológicas serán realizadas en todas las parcelas sobre dos plantas seleccionadas. *Área foliar total (TAF):* En dos brotes por planta, la nervadura central de cada hoja será medida. La ecuación de regresión propuesta por Disegna *et al.* (139), será utilizada para estimar el área folia de cada hoja a partir del largo de su nervadura. Finalmente TAF será estimada multiplicando el área foliar promedio de los brotes seleccionados por el numero total de brotes de la planta. *Área foliar expuesta (EAF):* Será estimada de acuerdo con el método propuesto por Carbonneau (140). El ratio TAF/EAF será calculado para todos los tratamientos. Dichas mediciones serán realizadas tres veces durante la estación de crecimiento (Floración - Envero - 10 días después de cosecha). *Tasa de crecimiento:* Dos brotes seleccionados por planta serán marcados y la elongación de los mismos medida semanalmente. *Índice de Ravaz (RI):* El peso de poda será medido y el índice de Ravaz (Peso de fruta/Peso de poda) calculado. *Radiación fotosintéticamente activa (PAR%):* Será calculada a partir del promedio de dos mediciones realizadas a cada lado de la canopia a la altura de los racimos con ceptometro AccuPAR-LP80 y expresado en porcentaje de la radiación solar incidente (PAR%). La PAR será medida al momento de estimar la TAF. *Potencial hídrico de xilema (SWP) y hoja (LWP):* Serán medidos con bomba de presión Scholander en hojas maduras, sanas y totalmente expuestas de cada planta seleccionada (138). *Conductancia estomática (gs):* Se medirá en hojas maduras, sanas y expuestas utilizando porómetro LICOR, LI-1960. *Temperatura de la canopia:* Será medida en cada parcela, sobre la cara expuesta a la luz solar, con termómetro infrarrojo OAKTON InfraPro1-35639-00. *Fotosíntesis:* La asimilación neta de plantas

será medida a intervalos regulares, con medidor de fotosíntesis (IRGA EGM-2). El estatus hídrico de la planta, temperatura de la canopia y fotosíntesis serán evaluados cada dos semana al mediodía solar (11:30 – 12:30). Atendiendo al OE6 la correlación entre estos parámetros serán establecidas. *Intercepción de luz:* será estimada semanalmente a partir de mediciones del área sombreada por las plantas, utilizando panel solar ubicado debajo de las plantas. Se asume que la disminución de la corriente eléctrica respecto a la obtenida en mediciones a cielo abierto es proporcional al área sombreada y luz interceptada por la canopia. *Evaporación potencial:* En cada repetición, durante la floración, envero y 10 días previo a cosecha se colocaran placas de petri con peso conocido de agua a la altura de los racimos. El agua remanente será medida luego de 24 horas y por diferencia, la evaporación potencial será estimada en términos de pérdida de agua diaria. *Humedad y temperatura ambiente:* será registrada a intervalos de 30 minutos, utilizando registradores Hygrochrome™. *Pluviometria:* Se colocaran pluviómetros en cada sitio experimental. *Muestras foliares:* En floración y envero, muestras de 20 hojas compuestas de dos parcelas experimentales por tratamiento serán colectadas para análisis foliares y peciolares de nutrientes (N y K). Las hojas adultas “mas jóvenes” provenientes de brotes de vigor medio serán las seleccionadas. *Contenido de clorofila:* Previamente el color verde de las hojas seleccionadas será medido con medidor de clorofila (modelo). Desde cosecha hasta caída de hoja, se medirá clorofila cada 20 días.

El suelo:

Humedad de suelo: En tres parcelas experimentales por tratamiento, lecturas en todo el perfil del suelo, serán tomadas semanalmente a partir de la brotación, utilizando sonda *Diviner 2000*. Considerando que la estructura de nuestras empresas vitícolas, no permitirá al menos en el corto plazo asumir el costo que representaría adquirir, una sonda *Diviner 2000* o similar, atendiendo al OE6 en una de estas parcelas por tratamiento, la humedad será además monitoreada con sensores de bajo costo (Watermarks - Spectrum Inc. Illinois). Se estudiara la correlación entre la medida entregada por la sonda, el sensor y de éstos con el estatus hídrico de la planta. *Textura infiltración, estabilidad estructural y capacidad de retención de agua:* Se evaluará textura del perfil de suelo por el Método Internacional de la Pipeta modificado, infiltración por el método del doble anillo concéntrico (Forsythe, 1975) y se analizará estabilidad estructural en húmedo por método de Kemper & Chepill modificado, (mencionado por Black, 1965) En cada sitio experimental, la curva de retención de agua del suelo será estudiada en una parcela por tratamiento según Richards (1947). *Temperatura de suelo:* será registrada para cada sitio en parcelas con y sin pastura permanente total (4 repeticiones), a intervalos de 30 minutos, utilizando registradores (Kooltrak, Palm Beach Gardens, FL), colocados dentro de bolsas plásticas herméticas a 7 y 15 cm de profundidad. *Contenido de nutrientes y materia orgánica:* Al inicio y final de los ensayos, se analizaran contenido de nutrientes en muestras por perfil de dos parcelas por tratamiento. El contenido en materia orgánica se determinará por el método de Walkley y Black (1934), el P asimilable mediante el método de Bray 1, el K intercambiable por extracción con acetato de amonio 1 N pH = 7 y el pH por método potenciométrico en una suspensión suelo:agua de relación 1:2.5. Se calculara CIC total. *Colonización radicular:* En la última temporada se realizará estudio de colonización radicular. Se contabilizarán raíces realizando perforaciones con un muestreador neumático con tubo de cateo de 50 cm de longitud y 7.5 cm de diámetro, montado a un tractor, en 3 radios y a distancias equidistantes del tronco (40, 80, 120 cm) en sondeos de suelo hasta una profundidad de 80 cm. Se separarán las raíces del volumen de suelo cada 10 cm. extrayéndose las mismas mediante un lavador de raíces (DeltaT,UK) y posteriormente se colocaban en estufa a 65 °C hasta lograr peso constante.

La cobertura:

Biomasa: La producción de biomasa por la cobertura vegetal, se evaluará en fila y entrefila cortando la vegetación a 7 cm de altura, dentro de 2 cuadrantes de 0,25 m² distribuidos al azar por parcela. Las muestras serán secadas a 70° C durante 48 hr y pesadas en balanza de precisión antes y despues de deshidratadas. A fin de determinar la extracción de nutrientes por la cobertura N, P, K,

Ca, Mg, carbono total y orgánico, serán analizados. Las evaluaciones serán realizadas en brotación, floración, envero, 10 días después de cosecha y a caída de hoja.

Muestreo de fruta y componentes del rendimiento:

Muestras de 50 bayas por repetición serán colectadas cada dos semanas a partir de "tamaño arveja". Las muestras serán pesadas y el peso promedio de bayas estimado. Muestras compuestas por dos repeticiones serán conservadas a -30°C para posterior análisis de aromas herbáceos (Hexanol), ácidos orgánicos, acidez titulable y pH. A partir de envero una segunda muestra de 75 bayas será incluida para análisis de sólidos solubles, fenoles totales, total antocianos y compuestos glicosidados. En todos los muestreos de fruta se utilizará el método propuesto por Ilan (1993). En cosecha la totalidad de la fruta de las parcelas será colectada y el rendimiento por planta, el número de racimos por planta y el peso promedio de racimo será calculado. El número de racimos afectados por quemado de sol y podredumbres será también registrado y su porcentaje de incidencia calculado. Una muestra de 15 kgs por parcela será llevada a la estación experimental y conservadas a 5°C para su posterior vinificación. El periodo desde cosecha a molienda nunca excederá las 48 horas. Previo a la molienda 200 bayas por repetición serán colectadas para análisis de Hexanol, compuestos glicosidados, fenoles totales y antocianinas totales. Inmediatamente después de la molienda, muestras de 75 ml de mosto serán extraídas a partir de la cual se analizarán, sólidos solubles, acidez titulable, pH, ácidos orgánicos y nitrógeno fácilmente asimilable.

Vinificaciones:

Para cada tratamiento, dos micro-vinificaciones de aproximadamente 45 kg serán realizadas, a partir de muestras de uva proveniente de tres parcelas de bloques adyacentes en el campo (15 kg/parcela). Después de ser almacenadas a 5°C por un periodo de entre 24 a 48 hrs., se procederá a su "despalillado" y molienda. Se añadirá, anhídrido sulfuroso (60mg/Kg) y posteriormente se inoculará con *Saccharomyces cerevisiae* (25 g/hL). La temperatura de fermentación se mantendrá entre 26 y 30°C. Se espera, cierta variabilidad entre los tiempos de finalización de la fermentación alcohólica entre micro-vinificaciones (7 a 10 días), pero en todos los casos, 10 días será el tiempo de maceración. Posteriormente vinos serán prensados y colocados en damajuanas de 10 L donde se realizará la fermentación maloláctica. Una vez terminada la fermentación maloláctica, los vinos estabilizados por frío y el SO₂ libre ajustado a 30 ppm, serán conservados en damajuanas de 5L hasta su degustación 7-10 meses después. Muestras de 125 mL serán extraídas para su análisis (alcohol, acidez titulable, pH, ácidos orgánicos, fenoles totales). Una muestra extra de 50 ml de cada vino, se conservará para el posterior análisis de compuestos aromáticos (C6).

Análisis en uva:

Sólidos solubles, pH, acidez titulable y ácidos orgánicos, serán medidos por métodos estándar (OIV, 2009). *Polifenoles y antocianos*: Dos muestras de 50 gramos de macerado homogéneo, proveniente de una muestra de 200 bayas de uva de cada parcela, serán analizados de acuerdo a (Glories *et al.* 1984). *Compuestos glicosidados (Phenolic-free-GG)*: serán determinados a partir del centrifugado de 100 gramos de la misma muestra homogeneizada, utilizando la metodología descrita por Zoecklein *et al.* (1999). *Compuestos aromáticos*: se analizan mediante extracción con solventes a partir de las cáscaras y pulpa por separado. Las soluciones así obtenidas se fraccionan mediante el empleo de adsorbentes específicos ya sea a través de columnas como de cartuchos y técnicas de microextracción en fase sólida (SPME). La composición se analiza por cromatografía gaseosa de alta resolución (HRGC) utilizando estándares e índices de retención lineal, así como por GC-MS con bibliotecas de identificación adecuadas en sus diferentes modalidades (TIC, SIM).

Análisis en vinos:

Porcentaje de alcohol, acidez titulable, acidez volátil y pH: serán medidos por métodos estándar (OIV, 2009). *Intensidad colorante y matiz:* serán calculadas a partir de medidas de absorbancia a 420, 520 y 620 nm. *Índice de polifenoles totales:* por absorbancia a 280 nm.

Evaluación sensorial:

Se trabajará con un panel sensorial de al menos 10 especialistas, con entrenamiento para reconocer un grupo de descriptores definidos para el trabajo. Las muestras de vino se evaluarán en duplicado por cada uno de los integrantes del panel con un diseño de bloques completo balanceado. Los vinos se presentan en cabinas individuales, en copas normalizadas de aprox. 200 mL identificadas con números aleatorios de 2 dígitos, con 60 mL de muestra a $20 \pm 1^\circ\text{C}$. La degustación será repetida tres veces, utilizando cada sesión como bloque.

Análisis de tejidos:

Nutrientes en hojas y pecíolos: Las muestras foliares extraídas serán secadas a 22°C . El contenido de macronutrientes en hoja y pecíolo, será determinado en el laboratorio de tejidos de INIA-Las brujas, por métodos estándar.

PRESUPUESTO DEL PROYECTO (3 SITIOS)			
RESUMEN NARRATIVO DE COSTOS INCREMENTALES	Seguimiento aromas	Aromas a cosecha	Sin aromas
ENSAYO 1 (Costo variable)			
EQUIPAMIENTO REIGO	1.918	1.918	1.918
ANALISIS DE SUELO Y TEJIDO (Laboratorio INIA)	2.412	2.412	2.412
ANALISIS UVA	Aromas	5.040	1440
	Otros	1.800	1.800
ENSAYO 2 (Costo variable)			
EQUIPAMIENTO REIGO	1.757	1.757	1.757
ANALISIS DE SUELO Y TEJIDO (Laboratorio INIA)	2.758	2.758	2.758
ANALISIS UVA	Aromas	1.3440	3.840
	Otros	2.400	2.400
ENSAYO 3 (Costo variable)			
EQUIPAMIENTO REIGO	5.387	5.387	5.387
ANALISIS DE SUELO Y TEJIDO (Laboratorio INIA)	9.306	9.306	9.306
ANALISIS UVA Aromas	28.080	12960	0
ANALISIS UVA Otros	6.480	6480	6480
EQUIPAMIENTO	20.543	20.543	20.543
TRANSPORTE	1.092	1.092	1.092
RECURSOS HUMANOS	Equivalente 9.1 INIA	93.777	93.777
	Equivalente pasante INIA (6 meses/año)	16.859	16.859
TOTAL	213.050	184.700	166.460

PRESUPUESTO DEL PROYECTO (2 SITIOS)			
RESUMEN NARRATIVO DE COSTOS INCREMENTALES	Seguimiento aromas	Aromas a cosecha	Sin aromas
ENSAYO 1			
EQUIPAMIENTO REIGO	1.918	1.918	1.918
ANALISIS DE SUELO Y TEJIDO (Laboratorio INIA)	2.412	2.412	2.412
ANALISIS UVA	Aromas	5.040	1440
	Otros	1.800	1.800
ENSAYO 2			
EQUIPAMIENTO REIGO	1.757	1.757	1.757
ANALISIS DE SUELO Y TEJIDO (Laboratorio INIA)	2.758	2.758	2.758
ANALISIS UVA	Aromas	13.440	3.840
	Otros	2.400	2.400
ENSAYO 3			
EQUIPAMIENTO REIGO	3.591	3.591	3.591
ANALISIS DE SUELO Y TEJIDO (Laboratorio INIA)	6.204	6.204	6.204
ANALISIS UVA Aromas	18.720	8.640	0
ANALISIS UVA Otros	4.320	4.320	4.320
EQUIPAMIENTO	18.565	18.565	18.565
TRANSPORTE	728	728	728
RECURSOS HUMANOS	Equivalente 9.1 INIA	93.777	93.777
	Equivalente pasante INIA (4 meses/año)	11.239	11.239
TOTAL	188.669	165.389	151.469

ANEXOS

DETALLE PRESUPUESTO RIEGO			
		3 SITIOS	
ENSAYO 1	USD/unitario	Cantidad	Subtotal
Tupo polietileno 16"/3,5 kg	0,2	3.641	728
Goteros autocompensados	0,25	1.400	350
Conectores con llave para tubo	1,3	53	69
Tubo polietileno 1,5"	1,58	55	86,9
Regulador presion	50	1	50
Llave paso 1"	10	2	20
Filtro malla 1"	70	1	70
Contador de agua 1"	52	2	104
Timer	100	1	100
Valvula solenoide	30	2	32
Alambre 16/14	83	1	83
Bateria 12 V	139	1	140
Otros		5%	85
TOTAL USD			1.918
ENSAYO 2	USD/unitario		Subtotal
Tupo polietileno 20"/3,5 kg	0,43	512	220
Tupo polietileno 16"/3,5 kg	0,2	1.500	300
Goteros autocompensados	0,25	1.500	375
Conectores con llave para tubo	1,3	78	101
Tubo polietileno 1,5"	1,58	100	158
Regulador presion	50	1	50
Llave paso 1"	10	1	10
Filtro malla 1"	70	1	70
Contador de agua 1"	52	1	52
Timer	100	1	100
Valvula solenoide	30	1	31
Alambre 16/14	83	1	83
Bateria 12 V	139	1	140
Otros		5%	67
TOTAL USD			1.757
ENSAYO 3	USD/unitario	Cantidad	Subtotal
Tupo polietileno 20"/3,5 kg	0,43	1.100	473
Tupo polietileno 16"/3,5 kg	0,2	1.100	220
Goteros autocompensados	0,25	1.100	275
Conectores con llave para tubo	1,3	108	140
Tubo polietileno 1,5"	1,58	60	95
Regulador presion	50	1	50
Llave paso 1"	10	1	10
Filtro malla 1"	70	1	70
Contador de agua 1"	52	1	52
Timer	100	1	100
Valvula solenoide	30	1	31
Alambre 16/14	83	1	83
Bateria 12 V	139	1	140
Otros		5%	56
SUBTOTAL/sitio)			1.796
TOTAL USD	1796	3	5.387
TOTAL RIEGO USD			9.062

DETALLE PREUPUESTO TRANSPORTE EQUIPAMIENTO Y ANALISIS			
ANALISIS SUELO Y TEJIDOS (Laboratorio INIA)		3 SITIOS	
ENSAYO 1	USD/unitario	Cantidad	Subtotal
Peciolos vid N y K (2r/t - 2 mom/año)	6	144	840
Foliales pastura (1r/t - 3 cortes/año)	6	72	420
Suelo (2r/trat - inicio y fin de exp)	24	48	1.152
Subtotal USD			2.412
ENSAYO 2			
Peciolos vid N y K (2r/t - 2 mom/año)	6	192	1.120
Foliales pastura (1r/t - 3 cortes/año)	6	96	102
Suelo (2r/trat - inicio y fin de exp)	24	64	1.536
Subtotal USD			2.758
ENSAYO 3			
Peciolos vid N y K (3r/t - 2 mom/año)	6	216	1.260
Foliales pastura (1r/t - 3 cortes/año)	6	108	114
Suelo (2r/trat - inicio y fin de exp)	24	72	1.728
SUBTOTAL/sitio			3.102
Subtotal USD	3102	3	9.306
TOTAL SUELO Y TEJIDOS USD			14.475
ANALISIS EN UVA	USD/unitario	Cantidad	Subtotal
ENSAYO 1			
Aromas (C13 y C6) (Cosecha4r/t)	20	72	1.440
Material e insumos otros analisis (2r/trat/3mom+cos4r/t)	5	360	1.800
Subtotal			3.240
ENSAYO 2			
Aromas (C13 y C6) (2r/trat/5mom+cosecha4r/t)	20	192	3.840
Material e insumos otros analisis (2r/trat/3mom+cos4r/t)	5	480	2.400
Subtotal			6.240
ENSAYO 3			
Aromas (C13 y C6) (2r/trat/5mom+cosecha3r/t)	20	216	4.320
Material e insumos otros analisis (2r/trat/3mom+cos4r/t)	5	432	2.160
Subtotal/sitio			6.480
Subtotal	6.480	3	19.440
TOTAL ANALISIS UVA			28.920
EQUIPAMIENTO	USD/unitario	Cantidad	Subtotal
Sonda DIVINNER 2000	9.225	1	9.225
Tubos exploracio(2/trat)	20	164	3.280
Sensores Watermarks	70	82	5.740
Bomba Scholander	1.800	1	1.800
Porometro	400	1	400
Termometro laser	100	1	100
Subtotal			20.545
TRANSPORTE	USD/unitario	Cantiad	Subtotal
Gasoil	1,6	650	1.040

Lubricante y mantenimiento			52
Subtotal			1.092
TOTAL			74.095

DETALLE PRESUPUESTO RECURSOS HUMANOS			
		3 SITIOS	
RECURSOS HUMANOS	USD/unitario	Años	Subtotal
Equivalente 9.1 INIA	31.259	3	93.777
Equivalente Pasante grado INIA (6 meses/año)	11.239	1,5	16.859
TOTAL			110.636