

Respuesta del cultivo de lúpulo al tratamiento con bacterias Rizosféricas



Intensificando: Méndez Caldeira, Victoria

Director: Ing. Agr. Testa, Hernán

Consultor: Ing. Agr. Martínez, Eduardo

Tecnicatura en Producción Vegetal Orgánica

Sede Andina- Subsede El Bolsón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO NEGRO

2014

Indice

- Resumen.....	2
- Introducción.....	3
- Materiales y métodos.....	11
- Resultados	17
- Discusión.....	22
- Conclusiones.....	25
- Bibliografía.....	25
- Anexo I.....	29
- Anexo II.....	32

Resumen

El lúpulo (*Humulus lupulus*) es una planta aromática cultivada con fines industriales, casi exclusivamente cerveceros. Sus flores o “conos” contienen resinas que le confieren a la cerveza el sabor amargo y la estabilidad, y aceites esenciales que caracterizan su aroma. La Comarca Andina del paralelo 42°, es uno de los dos lugares del país donde se produce lúpulo. El manejo del cultivo se realiza de manera convencional, siendo la mayor parte de los agroquímicos utilizados, fertilizantes. Dentro de las alternativas orgánicas que podrían utilizarse para favorecer la nutrición del cultivo, se encuentra la adición de bacterias rizosféricas, que son un tipo de microorganismos que coloniza las raíces de algunas plantas en una relación simbiótica, favoreciendo su nutrición y sanidad a través de diferentes mecanismos. El objetivo de este trabajo es evaluar la respuesta del cultivo de lúpulo al tratamiento con bacterias rizosféricas, medida como biomasa acumulada. Se evaluaron: *Azospirillum brasilense*; *Pseudomonas fluorescens*; *Bacillus subtilis* y un producto tribacterial llamado PGPR® (Plant Growth Promoting Rhizobacteria). Se realizaron dos ensayos a campo utilizando plantas de la variedad Nugget (variedad de alta resina); un ensayo se realizó en vivero a campo y el otro en una plantación adulta en etapa productiva; los biofertilizantes fueron aplicados en solución acuosa sobre la cepa de cada individuo; en el momento de la cosecha se tomaron datos sobre las variables respuesta: biomasa/planta y conos/planta. El análisis estadístico de los datos no mostró diferencias significativas con respecto al testigo pero sí tendencias positivas al tratamiento con PGPR en el ensayo de vivero. En el caso de la plantación adulta, a pesar de haber montado un DCA, no se pudo hacer un análisis estadístico, ya que las plantas se cosecharon en grupos por tratamiento y no individualmente (por impedimentos operativos del establecimiento en época de plena cosecha), se obtuvieron valores promedio favorables para los tratamientos *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens*.

Introducción

El lúpulo (*Humulus lupulus*) es una especie de la familia Cannabinaceae; originaria de Norteamérica, Europa y Asia central. Es una especie dioica y, exceptuando el uso de individuos masculinos para mejoramiento genético, el cultivo se realiza con plantas femeninas. Es una planta longeva, trepadora, y con fuerte dominancia apical. La parte subterránea de la planta (raíz, cepa¹ y rizomas), es perenne mientras que la parte aérea es anual. Los tallos o guías son hexagonales, volubles y poseen seis líneas de pelos fijadores, que contribuyen en su adherencia a los tutores. Los tallos o “guías” crecen en el sentido de las agujas del reloj alrededor del tutor, y pueden sobrepasar los 6 metros de altura. Las hojas son opuestas y palmatilobuladas. En los dos tercios superiores de las guías principales las yemas axilares generan guías laterales que cargan espigas de flores monoclamídeas con perigonio sepaloide. El ovario es súpero, gamocarpelar, y en caso de ocurrir la fecundación, el fruto es un aquenio. A medida que las espigas se transforman en infrutescencias llamadas "conos", en la base de las brácteas se van formando las glándulas que producen “lupulina”, nombre vulgar de la sustancia amarilla que se observa en la foto 2.

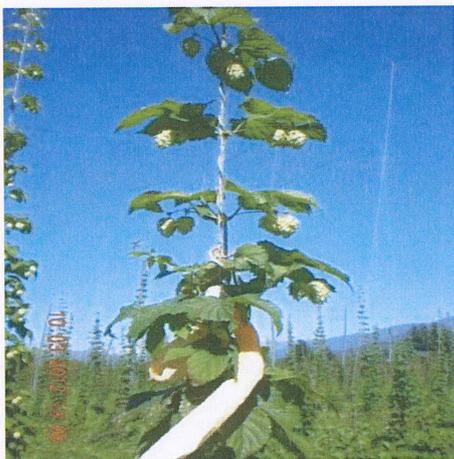


Foto 1. Planta de lúpulo con conos.



Foto 2. Corte transversal de un cono.

¹ Se llama “cepa” al rizoma leñoso que permanece enterrado durante el invierno y del cual brotan las guías en primavera.

La lupulina es una sustancia compleja, indispensable e insustituible en la elaboración de cerveza ya que la industria química no ha logrado sintetizarla. Está compuesta tanto por resinas que le confieren a la cerveza el sabor amargo y la estabilidad, como por aceites esenciales que caracterizan su aroma. Desde el punto de vista cervecero, existen 2 grandes grupos de lúpulos: los aromáticos y los de alta resina, aunque también podría hablarse de un tercer grupo de lúpulos doble propósito. En el mundo de la cerveza artesanal, donde se suele innovar todo el tiempo durante el proceso de elaboración, hoy se asume que casi todos los lúpulos son multipropósito, dependiendo de las técnicas empleadas durante su utilización.

La composición química de la lupulina es una característica varietal, aunque también se ve modificada por las condiciones agroecológicas del cultivo, el manipuleo de los conos en la cosecha, y las condiciones de secado y almacenamiento. Las resinas se dividen en dos grupos: resinas blandas y resinas duras. Dentro de las resinas blandas se encuentran los ácidos alfa, que son las sustancias a las que se les da mayor importancia y se utilizan como índice en la apreciación del producto, y los ácidos beta. Las resinas duras son las que aumentan con el manejo deficiente, y son el producto de la oxidación y polimerización de las del primer grupo (Leskovar, 1978).

La variedad de lúpulo utilizada en este trabajo fue Nugget, una variedad amarga de alta resina (ver % Ácidos alfa, Tabla 1), desarrollada en el marco del programa de mejoramiento genético del U.S.D.A. en Oregon, en 1983, y actualmente difundida en varios países (HGA, 2011). Una característica interesante de la variedad Nugget es que tiene buena estabilidad durante el almacenamiento (HGA, 2011). Se trata de una variedad resistente a Powdery Mildew u Oidio (Ag. Causal *Podosphaera macularis*) pero susceptible a *Verticillium* (Ag. Causal *Verticillium spp*), y a Downy Mildew o Peronospora (Ag. Causal *Pseudoperonospora humuli*) (Gent, 2010). Quizás debido a esta última patología, en la

Comarca Andina no expresa los rendimientos potenciales de la variedad, ni en kilos por hectárea ni tampoco en sus niveles de resinas alfa. Por esta razón se está volviendo a poner énfasis en el cultivo de variedades mejor aclimatadas como Cascade, una variedad aromática que ocupa la mayor superficie local de este cultivo.

Tabla 1. Datos sobre composición química, comportamiento en el almacenamiento y posibles sustitutos de la variedad Nugget (HGA 2011).

Ácidos Alfa	9 – 14,0%
Ácidos Beta	4,2 – 5,8%
Cohumulona (% de ácidos Alfa)	22 - 26%
Aceites totales (ml / 100 gr) de lúpulo seco.	1,8 – 2,2
Mirceno (% del total de aceites)	48 - 55%
Cariofileno (% del total de aceites)	7,0 – 9,0%
Humulona (% del total de aceites)	16 - 19%
Farneseno (% del total de aceites)	< 1,0%
Almacenamiento (% ácidos alfa después de 6 meses de almacenado a 20° C)	76%
Posibles variedades sustitutas	Galena, CTZ, Magnum

La Comarca Andina del paralelo 42°, junto con las localidades de Fernández Oro y Guerrico (Provincia de Río Negro), son los únicos lugares del país donde se produce lúpulo. Según Danklmaier *et al.* (2012), el cultivo de lúpulo ocupa el segundo lugar en cantidad de superficie plantada en la comarca, luego del conjunto de las frutas finas o chicas. No obstante, dicha superficie es insuficiente para cubrir la demanda regional de lúpulo. Argentina históricamente produce menor cantidad de lúpulo de la que consume el mercado interno, y

dadas las condiciones agroecológicas que exige el cultivo, es el único productor de lúpulo de América del Sur (Rosati, 2013).

La ubicación geográfica de la Comarca² y sus particularidades climáticas hacen de esta zona un sitio muy apto para el cultivo de lúpulo. Entre los principales requerimientos, el cultivo necesita que las áreas de producción se ubiquen a elevada latitud (entre 35° y 55^a), ya que una de las exigencias para alcanzar un buen rendimiento de flores y resina es la cantidad de horas de luz en la época de floración (requieren más de 15 horas). La Comarca abarca un valle fértil que posee una altitud media de 350 m.s.n.m., protegido por cordones montañosos de hasta 2000 m.s.n.m, posibilitando producciones agrícolas intensivas a través del microclima generado. La temperatura media anual es del orden de los 9,8 °C, siendo enero el mes más cálido con 16,2 °C y julio el mes más frío con 3,6 °C de valor medio. La precipitación anual es del orden de los 920 mm, con marcada concentración invernal (mayo a agosto). En el verano las medias mensuales son del orden de los 25 a 30 milímetros, lo cual se traduce en veranos secos con humedades relativas bajas (30–40 % promedio durante el día) (Inta 2008). De acuerdo a Leskovar (1978) esta característica es muy favorable para el cultivo al hacerlo menos propenso al ataques de enfermedades fúngicas.

Entre las adversidades climáticas más importantes para el cultivo, el valle posee ventajas en cuanto a los vientos. Los mayores valores se registran en primavera-verano con promedios de 8,5 a 9 Km/h y dirección predominante en el sentido Norte a Sur. En Mallín Ahogado la situación puede ser algo más desfavorable. Aunque son poco usuales las heladas tardías, se considera que la zona no tiene periodo libre de heladas ya que en enero, que es el

² Cabe aclarar que si bien se denomina Comarca Andina del Paralelo 42 al grupo de poblaciones, ciudades y parajes ubicados en el noroeste de la Provincia del Chubut y suroeste de la Provincia de Río Negro, por los alcances de este trabajo nos referiremos en particular al valle de El Bolsón, Lago Puelo, y al Paraje Mallín Ahogado.

mes más cálido, se produce al menos una helada cada diez años, incrementándose a tres con la altitud. No hay registros de granizo que genere daño a los cultivos (INTA, 2008).

A pesar de las ventajas climáticas y sanitarias para el cultivo de lúpulo en la Comarca, actualmente no hay parcelas o cuadros de producción orgánica. Del total de agroquímicos empleados durante el ciclo del cultivo, la mayor parte corresponde a fertilizantes. Con el objetivo de alcanzar altos rendimientos por hectárea, la mayoría de los productores adicionan nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y magnesio entre los principales nutrientes, ya que debido a la gran masa vegetativa que produce el cultivo, resulta muy extractivo: una hectárea de lúpulo puede extraer anualmente alrededor de 254 kg de N, 85 kg de P₂O₅ y 157 kg K₂O (Leskovar, 1978). Para asegurar una adecuada nutrición, además de adicionar nutrientes es necesario poner énfasis en los procesos que ocurren en el suelo una vez que estos elementos son agregados, ya que por ejemplo, fósforo y potasio pueden quedar bajo formas insolubles y el nitrógeno puede ser fácilmente lixiviado o volatilizado. Uno de los factores que determina la naturaleza de estos procesos es la presencia de microorganismos: hongos y bacterias. Por otra parte, la aplicación excesiva de productos, además de redundar en costos marginales elevados, y no traer aparejado beneficios para la producción, puede atentar contra el ambiente, posibilitando la contaminación del suelo y de los cursos de agua, lo que puede ocurrir por el lavado o acumulación de nutrientes que no son utilizados por el cultivo (Conti, 2000).

El lúpulo se cultiva de manera intensiva, con cierto grado de mecanización (uso de tractor agrícola y numerosos implementos), para el manejo de la plantación a escala comercial. Entre las principales labores se destacan las sucesivas labranzas con rastra de disco, ya sea para la apertura anual de los surcos, la incorporación de abonos, el control de malezas o el aporque durante la temporada de crecimiento. Este tipo de manejo genera un fuerte impacto en la fertilidad física, química y biológica del suelo, ya que rompe la estructura

del horizonte superficial, elimina microorganismos y mineraliza materia orgánica rápidamente (Conti, 2000). La adición de abonos y el agregado de bacterias promotoras de crecimiento son prácticas que podrían utilizarse para contrarrestar el efecto negativo de las labranzas y mejorar la disponibilidad y captación de nutrientes por el cultivo. En este sentido, la adición de bacterias al suelo, a las plantas o a las semillas, cobra cada vez mayor importancia como práctica agronómica en otros cultivos (Rodríguez Fraga, 1999). Además, resulta ventajoso aplicar estos biofertilizantes en etapas tempranas del desarrollo de las plantas, ya que se estarán seleccionando los microorganismos que colonizarán la raíz y de este modo asegurando desde el inicio del cultivo una interacción benéfica para las plantas (Green Quality, 2014). En cualquier caso, la biofertilización con bacterias se propone como un complemento de la fertilización convencional u orgánica, y no como una alternativa.

La rizósfera es la parte del suelo que se encuentra en contacto con la raíz de la planta. Es una zona de gran actividad microbiana, ya que las raíces exudan compuestos carbonados que son utilizados por los microorganismos como fuente de energía. De las bacterias presentes en el suelo en forma natural, las rizobacterias son un tipo de microorganismo que coloniza las raíces de algunas plantas en una relación simbiótica, de tipo mutualista. Estos microorganismos utilizan diferentes mecanismos que favorecen el crecimiento de los cultivos en forma significativa, ya sea mediante la nutrición y/o la sanidad de las plantas (Cassan, García de Salamone, 2008).

El objetivo de este trabajo es conocer la respuesta del cultivo de lúpulo medida como biomasa acumulada, a la aplicación de las siguientes bacterias rizosféricas: *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis* y un consorcio tribacterial llamado PGPR®. Las variables respuesta consideradas son: el rendimiento de conos/planta y el peso total de la biomasa/planta.

La hipótesis del trabajo propone que “la adición de rizobacterias constituye una práctica agronómica ventajosa en el cultivo de lúpulo variedad Nugget, con incrementos de rendimiento y/o biomasa medibles y significativos; siendo posible además que se encuentren resultados diferentes dependiendo de la etapa ontogénica del cultivo”

Las bacterias rizosféricas que se evalúan en este trabajo poseen variadas características. *Azospirillum brasilense* es una bacteria fijadora de nitrógeno atmosférico, pero además es un microorganismo con probados efectos sobre la producción de fitohormonas como auxinas, que estimulan el desarrollo radicular; citoquininas y giberelinas, que promueven la elongación del tallo; y etileno y ácido abscísico, que protegen a las plantas en condiciones de estrés (invasión de patógenos del suelo, falta de agua, exceso de salinidad, falta de nutrientes, vientos fuertes u otros). Además, produce sideróforos para captar hierro del suelo, lo que le permite competir con otros microorganismos por este nutriente esencial para su desarrollo (Cassan, Garcia de Salamone, 2008; Green Quality, 2014). *Pseudomonas fluorescens* tiene la capacidad de solubilizar fósforo inorgánico y liberar fosfatos a la solución del suelo. Los mecanismos que intervienen son la disminución del pH del suelo producto de la liberación de ácidos orgánicos, y la producción de enzimas fosfatasa, que liberan los grupos fosfato de la materia orgánica (Rodríguez, Fraga, 1999; Green Quality 2014). A su vez, esta bacteria es utilizada en el control biológico de enfermedades ya que también produce sideróforos, HCN (ácido cianhídrico) y sustancias antibióticas (Antoun, Prevost, 2006). *Bacillus spp.* es un género con una gran cantidad de especies que intervienen en procesos de degradación de diversos sustratos animales o vegetales (quitina, proteínas, celulosa, almidón, pectinas, hidrocarburos, etc.), y son utilizadas en el biocontrol de plagas y enfermedades ya que secretan metabolitos extracelulares que resultan inhibitorios de numerosos agentes patógenos (aún a bajas concentraciones). Algunas especies producen antibióticos como:

bacitracina, polimixina, tirocidina, gramicidina y circulina (Corrales, 2011). *Bacillus subtilis* es una bacteria aeróbica esporulada y dentro de las bacterias biocontroladoras de enfermedades, es una de las de mayor difusión, muy probablemente debido a que posee una alta adaptación a diferentes condiciones de pH, temperatura, humedad y/o ausencia de medio nutritivo (Benintende, 2008). Diferentes cepas de *B. subtilis* son productoras de antibióticos antifúngicos y se utilizan en varios cultivos para inhibir patógenos como *Fusarium oxysporum f. sp. ciceris*, agente causal de la marchitez fusarial en arveja, o *Rhizoctonia solani*, agente causal de damping-off en el cultivo de tomate (Antoun, Prevost, 2006). El inoculante PGPR® es un producto tribacterial desarrollado por la empresa Green Quality, que incluye *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens* y *Bradyrhizobium japonicum*. Este consorcio bacterial aprovecha el sinergismo de los distintos efectos benéficos mencionados anteriormente, que cada tipo de bacteria genera en los cultivos donde se aplica (Green Quality, 2014).

Los antecedentes regionales de este estudio están basados en las experiencias de las temporadas de lúpulo 2009-2010, donde se realizó una primera evaluación de los promotores de crecimiento Potenza®, *Bacillus subtilis* y PGPR®, en un establecimiento de producción de lúpulo en Mallín Ahogado (El Bolsón); y en la temporada 2010-2011 donde se evaluaron dos de estos promotores de crecimiento, PGPR® y *B. subtilis* en dos establecimientos de producción de lúpulo en el Camino de los Nogales (El Bolsón). Los dos ensayos arrojaron resultados significativos encontrándose incrementos en la producción cercanos al 20% en 2009-2010 y 29% en 2010-2011. (Testa, Sáenz, 2011)

Materiales y métodos

Se realizaron dos ensayos con plantas de la variedad Nugget en distintas etapas ontogénicas. Por un lado, se montó un ensayo en vivero a campo, implantado este mismo año, en una chacra en el Camino de los Nogales (Ensayo N°1, en vivero). Por otra parte, se montó un ensayo en una plantación adulta, de una chacra situada en el Paraje Mallín Ahogado (Ensayo N° 2, plantación adulta). El periodo de trabajo fue de septiembre de 2011 a marzo de 2012. En los 2 cuadros, la población en estudio recibió el manejo normal de la chacra para el estadio de cultivo, en cuanto a la fertilidad, labores culturales, aspectos sanitarios, etc.

Ensayo N° 1 en Vivero (Camino de los Nogales)

En el ensayo de vivero a campo se trabajó con plantas nuevas, multiplicadas de forma vegetativa a partir de “podos” (rizomas), extraídos de cuadros adultos de predios cercanos (foto 3). Como tratamiento preventivo antifúngico, previo a la plantación, los podos fueron sumergidos por 30 minutos en una solución de oxiclورو de cobre al 0,5%. La superficie total del cuadro fue de 0,75 ha, la distancia de plantación en la línea fue de 0,5 metros y la distancia entre líneas de 2,25 metros, lo que significa una densidad de 8889 plantas/ha. Se realizaron hoyos de plantación de aproximadamente 20 cm de diámetro por 20 cm de profundidad y se depositó en cada uno, una palada de abono de chivo compostado como abono individual de base. Con el objetivo de asegurar el establecimiento de individuos en cada hoyo de plantación, cuando el tamaño de los podos fue superior a 10 cm de largo se colocaron 2 podos en cada hoyo, mientras que cuando fue menor a 10 cm se colocaron 4 en cada hoyo. La foto N° 3 muestra el rango de tamaño de los podos utilizados, que fue de 7 cm a 12 cm.



Foto 3. Podos de lúpulo. Obsérvese la variabilidad en el tamaño de los podos utilizados.

El riego del cuadro fue por goteo programado, sobredimensionando la demanda hídrica del vivero, ya que la lámina entregada fue dispuesta según la evapotranspiración potencial del cultivo adulto en pleno crecimiento (8 mm/día). Esto se debió a razones operativas propias del sistema automatizado de riego por goteo, más a que a una decisión de manejo del ensayo. El emplazamiento del vivero implicó la realización de distintas tareas, algunas de las cuales se llevaron a cabo manualmente (plantación, abonada de base, postura de hilo, envoltura, desmalezado y carpida), mientras que otras fueron mecanizadas con uso de tractor e implementos agrícolas (pulverizadora de turbina, rastra de discos, aporcador). En el anexo I se presenta el cuaderno de campo de la chacra del Camino de los Nogales.

Diseño experimental del ensayo

Para homogeneizar las condiciones ambientales del ensayo se delimitó un área interna dentro del lote (Cuadro 5 para el establecimiento), dejando fuera tres surcos o “melgas” de bordura del lado Este y Oeste, y 20 plantas en cada cabecera (Norte y Sur) (Foto 4). Esto significó una bordura perimetral de 8-10 metros, aproximadamente.



Foto 4. Lote donde se montó el ensayo de vivero de Nugget, de la chacra del camino de los Nogales (Cuadro N° 5, para el establecimiento).

El sistema de conducción del vivero se planteó de modo tal que cada hilo sirviera como soporte para 4 (cuatro) plantas, de manera que en este ensayo, la unidad experimental es un hilo o “parcela de 4 plantas” en lugar de un individuo. La población del ensayo fue de 75 parcelas de 4 plantas, todas dentro de un rango de altura de guías de 30 cm a 50 cm (al momento de aplicar los tratamientos, en la última semana de octubre), Para evitar interferencias entre los diferentes tratamientos, se consideró un área buffer mínima de 1,25 m de distancia entre parcelas. Una vez determinada la población, se constituyeron al azar (sorteo), cinco muestras (correspondientes a los 5 tratamientos), de 15 parcelas cada una, identificadas en el campo con cintas de colores. Es decir que cada tratamiento tuvo 15 repeticiones.

Se evaluaron 4 productos de Laboratorios Green Quality S.A. y un testigo, por lo que fueron 5 tratamientos:

T1 PGPR®

T2 *Azospirillum brasilense*

T3 *Pseudomonas fluorescens*

T4 *Bacillus subtilis*

T5 testigo.

La aplicación de los tratamientos se realizó el 31 de octubre de 2012, momento inicial de la etapa vegetativa, cuando las guías medían entre 30 cm - 50 cm de altura. La dosis por planta fue de 10 ml/planta de producto concentrado, lo que equivaldría a 33 litros de producto/ha en densidades normales de plantación para la zona, en dicha variedad de lúpulo ($10.000\text{m}^2 / (3\text{m} \times 1\text{m}) = 3.333$ plantas/ha).

A continuación se detalla la información brindada por el fabricante del producto, sobre la concentración de bacterias, expresada en unidades formadoras de colonia por ml (UFC/ml), al momento de la elaboración del producto:

T1: PGPR® -*Azospirillum brasilense* → mayor a 5×10^8 UFC/ml

-*Pseudomonas fluorescens* → mayor a 1×10^9 UFC/ml

-*Bradyrhizobium japonicum* → mayor a 3×10^9 UFC/ml

T2: *Azospirillum brasilense* → mayor a 1×10^9 UFC/ml

T3: *Pseudomonas fluorescens* → mayor a 1×10^9 UFC/ml

T4: *Bacillus subtilis* → mayor a 3×10^8 UFC/ml

Con el objeto de lograr una correcta penetración de las bacterias hacia la zona de la rizósfera, la dosis mencionada fue diluida en 250 ml de solución acuosa y se aplicó en la zona de la cepa de cada planta.

Para determinar el momento de cosecha, se realizaron muestreos periódicos durante los primeros días del mes de marzo, monitoreando el porcentaje de materia seca de los conos, de manera que coincidiese con el momento de óptima concentración de resinas alfa, que para esta variedad, se consigue cuando el porcentaje de materia seca de los conos es del 23% (Oregon Hop Commission, 2014).

Previo a la cosecha se contabilizaron las plantas que prosperaron o sobrevivieron en cada parcela (algunos individuos se perdieron por accidentes en las carpidas), a fin de poder afectar los resultados a la cantidad de individuos que correspondiese, consiguiendo expresar así los resultados por individuo. La cosecha se realizó manualmente el día 10 de marzo de 2012, cortando las plantas a 30 cm del suelo. Se tomaron datos sobre el peso de biomasa total/parcela; se separaron los conos y se tomaron datos sobre peso de conos/parcela. Se deshidrato una muestra del material vegetal, para luego afectar los valores de biomasa verde de cada medición por el índice de contenido de humedad del material deshidratado³ y el número de individuos sobrevivientes en cada parcela,, obteniendo así el peso seco de la planta entera y el peso seco de los conos como variables respuesta.

El análisis de datos se llevó a cabo con el paquete estadístico Infostat. Se realizaron análisis de varianza sobre las diferentes variables (peso seco de biomasa/planta, peso seco de conos/planta), y mediante el test de Fisher (Alfa=0,05) se establecieron las diferencias entre

³ No podemos hablar de Materia Seca, ya que el contenido final de humedad luego del proceso de deshidratado llevado a cabo en los propios secaderos de lúpulo del establecimiento no es cero sino 8-10%.

tratamientos (Anexo II). Para la construcción de gráficos se utilizó el sistema de tablas dinámicas de MS Excel.

Ensayo N° 2. Plantación adulta (Paraje, Mallín Ahogado)

El ensayo se llevó a cabo en un cuadro adulto de Nugget (uno de los primeros plantados en la zona con esta variedad), y que hoy posee más de 10 años. Como en el ensayo anterior, se delimitó un área estableciendo una bordura perimetral de aproximadamente 9 m, se seleccionaron al azar 75 individuos, y luego se constituyeron del mismo modo 5 muestras de 15 individuos cada una. Los tratamientos ensayados fueron los mismos: T1 PGPR®; T2 *Azospirillum brasilense*; T3 *Pseudomonas fluorescens*; T4 *Bacillus subtilis* y T5 testigo. Los productos tenían la misma concentración de bacterias especificada anteriormente. Al igual que en el caso anterior, la dosis concentrada de producto fue de 10 ml/planta, pero en este caso la dilución se realizó en 500 ml de solución acuosa para mejorar la penetración, ya que el tamaño de la cepa es mucho mayor en las plantas adultas. Por el diseño de plantación de este cuadro (2,8 m x 0,7 m), la densidad era de 5102 plantas/ha ($10.000 \text{ m}^2 / (2,8 \text{ m} \times 0,7 \text{ m}) = 5102$), de manera que dicha dosis individual equivaldría a 51 litros de producto/ha. Los tratamientos fueron aplicados el 15 de noviembre de 2011, momento en que el cultivo ya estaba “envuelto” o “entutorado”, encontrándose en fase vegetativa de rápido crecimiento (guías de 120-150 cm. de altura).

El manejo agronómico de este cuadro fue diferente al del ensayo anterior ya que correspondía a un cuadro adulto en producción comercial, pero los productos utilizados (fertilizantes, herbicidas, etc.), fueron prácticamente los mismos. Algunas diferencias leves de manejo, pudieron haber estado relacionadas con los momentos de aplicación.

La cosecha se realizó el día 16 de marzo de 2012, en el momento óptimo de porcentaje de resinas alfa en los conos, por la urgencia del productor en realizar la cosecha, se utilizó la forma convencional: recolección manual de guías enteras a campo y “pelado” de guías en forma mecanizada bajo galpón. Las plantas pasaron por la cosechadora agrupadas por tratamiento, para poder obtener resultados medibles por lote. Esta metodología, en la cual no se individualizaron las mediciones de cada individuo, resultó muy ejecutiva, pero impidió la realización de cualquier tipo de análisis estadístico de los datos al no haber repeticiones, con lo cual sólo fue posible comparar entre los promedios de cada tratamiento. El valor de peso del material vegetal verde fue corregido con el índice de contenido de humedad del material deshidratado y con el índice de porcentaje de materia extraña, ya que en el pelado mecánico siempre se mezclan restos de hojas o guías.

Además, en este ensayo se tomó en cada tratamiento una muestra compuesta de flores secas y se remitieron a la localidad de Fernández Oro, en el Alto Valle de Río Negro donde se analizó en laboratorio⁴ el % de resinas Alfa y Beta, y el HSI (Hop Storage Index, estimador del grado de oxidación del producto). Al no haber repeticiones, no se pudo realizar ningún análisis estadístico con los resultados de estas muestras.

Resultados

Ensayo N° 1. Vivero (Camino de los Nogales)

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos y analizados estadísticamente sobre biomasa seca/planta y rendimiento de conos secos/planta para cada tratamiento.

⁴Gentileza de Cervecería y Maltería Quilmes

Tabla 2. Ensayo N°1 Vivero, Camino de los Nogales. Valores medios de rendimiento medido en biomasa seca/planta y conos secos/planta para cada tratamiento. Para cada valor medio, se indica el desvío estándar entre paréntesis. Letras distintas significan diferencias significativas ($p \leq 0,05$). A modo descriptivo se presenta el cálculo de los valores promedio de rendimiento de conos secos/ha de vivero.

Tratamiento	PGPR	Azospirillum	Pseudomonas	Bacillus	Testigo
Biomasa seca/planta (media en gr)	51 B (26,9)	25 A (10,7)	37 A (12,3)	40 AB (12,4)	40 AB (19,3)
Conos secos/planta (media en gr)	9 (8,4)	2 (2,7)	6 (3,1)	5 (2,9)	8 (8,3)
Conos secos/ha de vivero (media en kg)	80	18	53	44	71

Como muestra la Tabla 2 el tratamiento T1 PGPR fue el que alcanzó mayores resultados tanto en la variable respuesta biomasa seca/planta como en conos secos/planta, alcanzando diferencias significativas (valor $p=0,02$), con respecto a los tratamientos T2 *Azospirillum* y T3 *Pseudomonas* para la variable biomasa seca/planta, superándolos en un 100% y un 37 % respectivamente. En la segunda variable conos secos/planta, las diferencias se consideraron no significativas ya que el valor $p= 0,057$ se encuentra en el límite del valor de significancia. Para mejorar la visualización de los resultados obtenidos en la variable biomasa seca/planta, se presenta a continuación el gráfico 1. El dato de rendimiento de conos/ha de la tabla 3, se presenta con el fin de aportar datos agronómicos sobre el rendimiento comercial en la etapa inicial del cultivo; se debe tener en cuenta que está calculado en base a la densidad de plantación de este vivero (8889 plantas/ha).

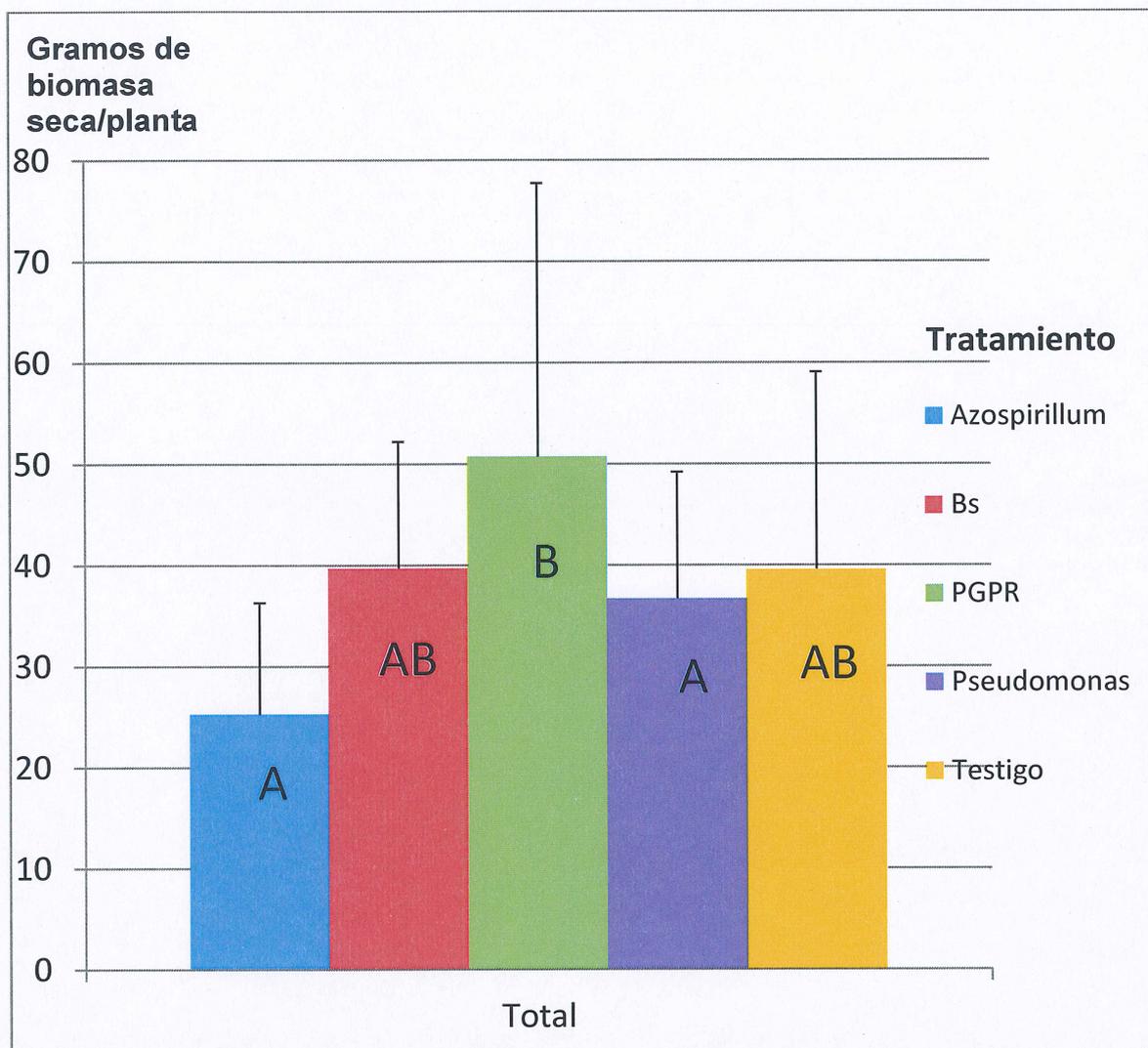


Grafico 1. Valores promedio de biomasa seca por planta y desvío estándar, para cada tratamiento en el ensayo n°1 (Vivero, Camino de los nogales). Letras distintas significan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

A modo descriptivo, se presentan algunas observaciones que no se analizaron estadísticamente pero que brindan información de interés para el manejo, planificación y diseño de un vivero: el día 24 de enero el 55% de la población total había alcanzado la floración, este porcentaje sería mucho más alto si no se considerara el T2 *Azospirillum* en el que sólo el 27% de las plantas habían alcanzado dicha fase, y que justamente corresponde al tratamiento que menor rendimiento en conos/planta alcanzó (Tabla 3). El día 2 de febrero algunas plantas ya presentaban flores terminales, indicando el cese definitivo del crecimiento

en altura. Se hicieron mediciones de altura y se encontró que el rango de altura media de todos los tratamientos era de 1,9 m - 2,4 m.

Ensayo N° 2. Plantación adulta (Paraje Mallín Ahogado)

Como se mencionó anteriormente, este ensayo no se evaluó estadísticamente por lo que los resultados se expresan en valores absolutos (Tabla 3) y como porcentaje con respecto al valor del tratamiento testigo (Grafico 2).

Tabla 3. Ensayo N° 2. Plantación adulta, Paraje Mallín Ahogado. Rendimiento de conos secos/ha. para cada tratamiento.

Tratamiento	Kg de conos secos/ha
T1 PGPR	1712
T2 Azospirillum	2270
T3 Pseudomonas	2087
T4 Bacillus	1928
T5 Testigo	1854

En este ensayo el tratamiento que expreso mayores rendimientos fue el T2 *Azospirillum*, alcanzando como se muestra en el grafico 3, una diferencia del 22% con respecto al T5 Testigo, y del 30% con el T1 PGPR que fue el que obtuvo el resultado más bajo. Más allá de la comparación entre tratamientos, el dato de rendimiento de conos secos/ha de este ensayo aporta información interesante sobre el comportamiento y adaptación de esta variedad en la zona.

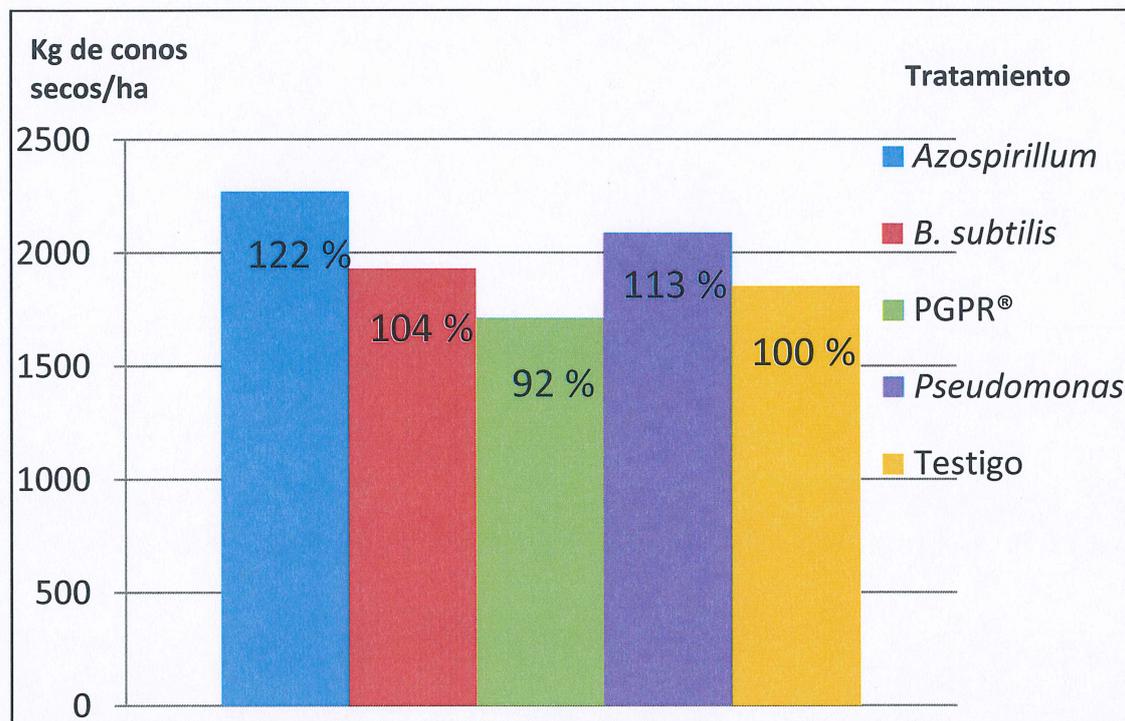


Grafico 3. Rendimiento en kg de conos secos/ha en el ensayo N° 2, (Plantación adulta, Paraje Mallín Ahogado). Los porcentajes sobre las barras expresan las diferencias de rendimiento con respecto al testigo.

En la Tabla siguiente (Tabla 4) se presentan los resultados analíticos correspondientes a una muestra compuesta de conos secos de cada tratamiento, llevados a cabo en el laboratorio de análisis de lúpulo de Cervecería y Maltería Quilmes, en la localidad rionegrina de Fernández Oro.

Tabla 4. Mediciones de Resina evaluada como % de ácidos Alfa y Beta y HSI sobre muestras compuesta de conos secos. Se presenta la comparación de cada tratamiento respecto del testigo expresada en %.

Tratamiento	% Alfa	Dif Vs. T	% Beta	Dif Vs. T	HSI	Dif Vs. T
PGPR	8.98	96%	4.13	91%	0.22	96%
Azospirillum	9.27	99%	4.64	102%	0.21	91%

Pseudomonas	9.49	101%	4.49	99%	0.24	102%
Bacillus	9.69	103%	4.69	103%	0.22	96%
Testigo (T)	9.38	100%	4.55	100%	0.23	100%

El análisis de laboratorio de las muestras compuestas de conos secos/tratamiento indica que en una tendencia general, los valores más bajos de resinas o ácidos Alfa (%) se obtuvieron en el T1 PGPR, y que en el caso de los ácidos Beta, las diferencias fueron para el mismo tratamiento aún mayores. En el HSI, los mejores resultados (índice más bajo), se obtuvieron en el T2 *Azospirillum*, mientras que el peor resultado se halló en el T3 *Pseudomonas*.

Discusión

Es importante resaltar que la variable respuesta más importante del Ensayo de Vivero (Nº1), por la etapa ontogénica del cultivo, es el peso de la biomasa seca/planta, ya que el desarrollo del cultivo a futuro depende en gran parte de las reservas nutritivas que se acumulen en la cepa una vez que ocurra la madurez fisiológica y la traslocación de fotosintatos. En este sentido, es preferible dejar las plantas en el campo hasta la etapa de madurez fisiológica del cultivo, aunque haya que sacrificar la cosecha de los conos el primer año, o llevar a cabo la cosecha manualmente (Leskovar, 1978). En la bibliografía se resalta el efecto que las bacterias rizosféricas tienen, principalmente, en las etapas tempranas de desarrollo de los cultivos, y aunque se refieran generalmente a cultivos anuales, hacen referencia a atributos tales como mejoras en el vigor vegetativo, altura, biomasa de raíces o el contenido de nutrientes en los tejidos (Puente, García, 2008). Estos antecedentes resaltarían

la importancia de los resultados obtenidos en el Ensayo N°1 con el T1 PGPR para la variable biomasa seca/planta, coincidentes además con los antecedentes locales de los ensayos Potenza®, *Bacillus subtilis* y PGPR® en plantas nuevas enmacetadas, realizados en la campaña de lúpulo 2009-2010, donde se utilizaron las mismas dosis de producto por planta que en este ensayo y se obtuvieron pesos 19,8% mayores para plantas enteras, respecto al testigo (Testa, Sáenz, 2011).

El ensayo N° 2 sobre plantación adulta en el Paraje “Mallín Ahogado”, aunque no tiene rigor estadístico, arrojó resultados alentadores para seguir ensayando los tratamientos T2 *Azospirillum* y T3 *Pseudomonas* de los cuales no se tenían antecedentes de utilización para este cultivo. El T1 PGPR resultó ser el de peor comportamiento con respecto al T5 Testigo lo cual, no coincide con los ensayos presentados por Testa y Sáenz (2011) en la variedad Cascade (variedad de lúpulo aromática). Probablemente, estén influyendo aquí variables que no se han tenido en cuenta, como es el diferente requerimiento de variedades de lúpulo de amargor versus variedades aromáticas.

No hay datos de bibliografía, ni antecedentes relevados acerca de la influencia de tratamientos con bacterias rizosféricas sobre los parámetros de composición química expuestos (Tabla 4), pero no obstante se presentan a modo descriptivo los resultados obtenidos con el fin de generar un primer antecedente local. Principalmente este análisis pone de manifiesto que los valores de ácidos Alfa se encuentran muy próximos al límite inferior para la variedad (Tabla 1), que presenta un rango esperado de ácidos Alfa de 9%-14.0%, es decir que siendo Nugget una variedad de lúpulo de amargor, su comportamiento en la Comarca no resulta demasiado auspicioso.

No se realizan comparaciones entre los Ensayos N° 1 y N° 2 ya que se entiende que los requerimientos del cultivo son distintos en cada etapa ontogénica, y por lo tanto la respuesta a los tratamientos también.

Dentro de las condiciones necesarias para obtener beneficios en los cultivos donde se aplican este tipo de biofertilizantes, los laboratorios indican la necesidad de contar con: cepas específicas, números elevados de UFC (unidades formadoras de colonias), adecuado manejo del inoculante en el almacenamiento y aplicación, y condiciones fisiológicas de crecimiento bacteriano apropiado. Los dos primeros puntos son atributos del biofertilizante formulado por el laboratorio, pero el almacenamiento, la aplicación y las condiciones fisiológicas de crecimiento, son importantes para definir tanto el manejo agronómico a escala productiva, como a nivel de ensayo. En este sentido, para fortalecer los resultados de estos ensayos, sería interesante evaluar la compatibilidad de estos biofertilizantes con los insumos que se utilizan habitualmente en el cultivo, descartando o no la posibilidad de que afecten de manera negativa en las condiciones fisiológicas de crecimiento bacteriano. Otra cuestión importante sería realizar una caracterización físico-química completa del suelo donde se ensayan los biofertilizantes, a fin de aportar datos que permitan comprender mejor el comportamiento de cada tratamiento y las comparaciones entre ensayos.

Otra variable a considerar sería el tiempo que transcurre entre la aplicación del biofertilizante y el momento de la cosecha. Hay trabajos sobre el uso de inoculantes microbianos en cultivos de fruta fina (Moccia et al., 2008), que indican que por ejemplo que *Azospirillum brasilense* puede competir con la planta por los nutrientes en una etapa inicial, y luego revertir este comportamiento en favor del rendimiento.

Conclusiones

Tal como plantea la hipótesis del trabajo, los resultados obtenidos difieren según la etapa ontogénica del cultivo. Si bien no se encontraron diferencias significativas con respecto al Tratamiento testigo, el Ensayo N° 1 sobre plantas de vivero en Camino de los Nogales muestra una tendencia positiva en la respuesta del cultivo al tratamiento con PGPR, en la variable respuesta biomasa seca/planta, que es la más relevante para la etapa inicial o de vivero del cultivo. El Ensayo N° 2 sobre plantación adulta en el Paraje Mallín Ahogado no tuvo rigor estadístico, pero el rendimiento mostró tendencias positivas a los tratamientos con *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens*.

El objetivo principal de este trabajo fue sumar antecedentes en el ensayo de bacterias rizosféricas promotoras de crecimiento en el cultivo de lúpulo, tomando información de los trabajos precedentes; y servir de antecedente para los trabajos futuros. Se sugiere para los próximos trabajos hacer una previa caracterización físico-química del suelo, y en lo posible trabajar con lotes que se encuentren fuera del manejo normal de una chacra, a los fines de poder aislar el ensayo de otras variables tales como la compatibilidad con otros insumos empleados en el manejo tradicional. Una vez corroborada la eficacia de algún tratamiento particular con bacterias rizosféricas, deberían llevarse a cabo ensayos de compatibilidad individual para cada insumo.

Bibliografía

- Antoun H & Prevost D, 2006. Ecology of Plant Growth Promoting Rhizobacteria. En Siddiqui ZA (Ed). PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Ed. Springer. Netherlands.

Pp 1- 8.

- Benintende GB, 2008. Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal Pertenecientes al Genero *Bacillus* y Otros muy Relacionados. Puente ML, Garcia JL, Peticari A, (eds). Uso Actual y Potencial de Microorganismos para Mejorar la Nutrición y el Desarrollo en Trigo y Maíz. Proyecto Inocular PGPM (Plant Growth Promoting Microorganism). INTA. 2008. Castelar, Argentina. Pp 44-51.
- Cassan FD & Garcia de Salamone I, 2008. *Azospirillum* sp: Cell physiology, plant response, agronomic and environmental research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología. Buenos Aires. Pp 61-86.
- Conti ME, 2000. Principios de edafología. Editorial Facultad de agronomía UBA. Buenos Aires. Pp 381-387.
- Corrales LC, Sánchez LC, Cuervo J, Bautista D, González L & Guevara M. 2011. Evaluación del efecto biocontrolador de *Bacillus* spp., frente a *Fusarium* spp., bajo condiciones de invernadero en *Rosmarinus officinalis* L. Colombia
http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/NOVA13_ARTORIG6.pdf
- Danklmaier Ch, Heinrrichs W & Riveros H. 2012. Diagnóstico territorial y plan estratégico de activación: Comarca Andina del Paralelo 42°. Proyecto FONCT : “Desarrollo Territorial Aplicando el Enfoque Sistema Agroalimentario Localizado (SIAL)”. IICA.
- Delgado Higuera M. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia./. Consultado el 25 de agosto de 2013.
- Gent DH, Barbour JD, Dreves AJ, James DG, Parker R & Walsh DB. 2010. Field Guide for Integrated Pest Management in Hops. Oregon State University, University of Idaho, U.S. Department of Agriculture - Agricultural Research Service, and Washington State University.
<http://ipm.wsu.edu/field/pdf/HopHandbook2010.pdf>
- Green Quality. 2014. <http://www.greenquality.com.ar/>. Consultado el 25 de Marzo de 2014.

- Hop growers of America (HGA), 2011. Variety Manual USA HOPS. Moxee, USA. Pp 27.
- Leskovar L. 1978. El Lúpulo. Su cultivo y procesamiento. Ed. Hemisferio Sur. Pp 154.
- Magadan Marcos JA, Olmedo Nadal JL, Piñeiro Andion J, Valladares Alonso J, García Pedreira JM & Fernandez Paz J. 2011. Guía del cultivo de Lúpulo. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). España.
https://www.google.com.ar/search?q=Gu%C3%ADa+del+cultivo+de+L%C3%BApulo.+CIAM&oq=Gu%C3%ADa+del+cultivo+de+L%C3%BApulo.+CIAM&aqs=chrome..69i57.1305j0j7&sourceid=chrome&espv=210&es_sm=93&ie=UTF-8. Consultado el 10 de agosto de 2014.
- Moccia S N, Correa A, Oberti A, Plantamura F & Chiesa A, 2008. Producción orgánica de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duchense): uso de inoculantes Microbianos. En Divo de Sesar M, Rocca M y Vilella F (eds). Avances en cultivos frutales no tradicionales. Editorial Facultad de Agronomía Universidad De Buenos Aires. Pp 195-207
- Oregon Hop Commission, 2014. <http://www.oregonhops.org/culture3.html>. Consultado el 23 de septiembre de 2014.
- Pérez C, De La Fuente L, Arias A & Altier N, 2000. Uso de *Pseudomonas* fluorescentes nativas para el control de enfermedades de implantación en *Lotus corniculatus* L. *Agrociencia*, Vol. 5, N° 1, Pp 4147. pdf.
<http://www.fagro.edu.uy/~agrociencia/index.php/directorio/article/view/568/476> Consultado el 04 de Abril de 2014.
- Puente ML & García JE. 2008. Revisión del uso de *Azospirillum brasilense* como promotor del crecimiento en trigo y maíz en Argentina. Puente ML, García JL & Peticari A, (eds). *Uso Actual y Potencial de Microorganismos para Mejorar la Nutrición y el Desarrollo en Trigo y*

Maíz. Proyecto Inocular PGPM (Plant Growth Promoting Microorganism). INTA 2008. Castelar, Argentina. Pp 9-21.

- Rodríguez H & Fraga R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances* vol. 17. Pp 319–339
- Rosati A. <http://www.cpia.org.ar/agropost/201307/nota9.html>. Consultado el 19 de noviembre 2013.
- SSD. 2008. Sistema de soporte de decisiones para la producción agrícola de los valles cordilleranos patagónicos / Coordinador: Hugo Méndez Casariego - 1a ed. - C.A. de Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA. CD ROM. ISBN 978-987-521-283-1
- Testa H & Saenz D. 2011. Informe técnico presentado a la empresa Green Quality.

Anexo I Cuaderno de campo Camino de los Nogales

FECHA	TAREA y/o INSUMO	DILUCIÓN (L, Kg o gr. prod/ 1000 L agua)	VOL. DE SOLUCIÓN (L/ha)	DOSIS (L o Kg/ha)	PRODUCTO UTILIZADO (L, Kg o M3)
Primavera	PREPARACIÓN DEL SUELO	-	-	-	-
17/09/2011	Glifosato	5	1000	5.00	5
17/09/2011	Coadyuvante Rino	0.2	1000	0.20	0.2
21/09/2011	PLANTACIÓN				
31/10/2011	PGPR®	40	6.25	0.25	0.25
31/10/2011	<i>Azospirillum brasilense</i>	40	6.25	0.25	0.25
31/10/2011	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	40	6.25	0.25	0.25
31/10/2011	<i>Bacillus subtilis</i>	40	6.25	0.25	0.25
05/12/2011	Fosfito de potasio	4	1000	4.00	4.0
05/12/2011	Galant	3	1000	3.00	3.0
05/12/2011	Rino	0.2	1000	0.20	0.2
12/12/2011	COMIENZO ENVOLTURA				
12/12/2011	Gramoxone	0.5	20	0.01	0.001
12/12/2011	Rino	0.2	20	0.00	0.000
13/12/2011	DESMALEZADO Y CARPIDA				
26/12/2011	Urea			300.00	300.0
28/12/2011	LABRANZA CON RASTRA				
31/12/2011	COLOCACIÓN MANGUERA DE GOTEO				
05/01/2012	Algaren	1	300	0.30	0.3
05/01/2012	Fosfito de potasio	4	300	1.20	1.2

05/01/2012	Max Zinc	1	300	0.30	0.3
05/01/2012	Rino	0.2	300	0.06	0.1
05/01/2012	Vitorg	3	300	0.90	0.9
19/01/2012	Abamectina	0.75	577	0.43	0.4
19/01/2012	Aceite Agrícola	2.5	577	1.44	1.4
20/01/2012	APORQUE MECANIZADO				
24/01/2012	Observación fenológica				
2/2/2012	Medición de la altura máx. alcanzada a la fecha				
9/03/2012	COSECHA				

- **Glifosato:** Herbicida no selectivo. Formula Química: (N-fosfometilglicina, C₃H₈NO₅P)
- **Galant:** Herbicida selectivo .Formula Química: haloxyfop-R-metil éster: R-(+)-metil 2-(4-((3- cloro-5-(trifluorometil)-2-piridinil)oxi)fenoxi) propanoato
- **Gramoxone:** Herbicida no selectivo. Composición: Paraquat (Sal dicloruro del ion 1,1'-dimetil-4,4' bipyridilio)
- **Rino:** Coadyuvante. Composición: Nonilfenolpolietilenglicoleter 20% + lignosulfonato de calcio¹²
- **Algaren:** Fertilizante orgánico. Composición: algas marinas *Ecklonia máxima*
- **Fosfito de potasio:** Fungicida y fertilizante. Composición: K₂HPO₃ + KH₂PO₃
- **Max Zinc:** Fertilizante. Composición: óxido de zinc.
- **Vitorg:** Fertilizante orgánico. Composición: Extractos vegetales

- **Abamectina:** Insecticida, Acaricida. Composición: más del 80% de avermectina B1a y el resto de avermectina B1b
- **Urea:** Fertilizante. Fórmula Química: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
- **Aceite agrícola:** Coadyuvante.

Anexo II

1 - Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso biomasa/planta	58	0,19	0,13	42,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	44186,46	4	11046,61	3,06	0,0241
Tratamiento	44186,46	4	11046,61	3,06	0,0241
Error	191132,13	53	3606,27		
Total	235318,59	57			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=50,26981

Error: 3606,2667 gl: 53

Tratamiento	Medias	n		
Azospirillum	95,68	11	A	
Pseudomonas	132,74	14	A	
Bs	142,64	12	A	B
Testigo	144,17	9	A	B
PGPR	182,43	12		B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

2 - Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso conos/planta	58	0,16	0,09	93,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4857,88	4	1214,47	2,45	0,0577
Tratamiento	4857,88	4	1214,47	2,45	0,0577
Error	26325,11	53	496,70		
Total	31182,99	57			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=18,65630

Error: 496,7002 gl: 53

Tratamiento	Medias	n		
Azospirillum	9,58	11	A	
Bs	20,18	12	A	B
Pseudomonas	22,82	14	A	B
Testigo	30,51	9		B
PGPR	36,90	12		B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

3 - Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso biomasa/parcela	58	0,20	0,14	38,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	300728,04	4	75182,01	3,23	0,0190
Tratamiento	300728,04	4	75182,01	3,23	0,0190
Error	1232237,48	53	23249,76		
Total	1532965,52	57			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=127,64023

Error: 23249,7638 gl: 53

Tratamiento	Medias	n	
Azospirillum	255,84	11	A
Bs	410,53	12	B
Pseudomonas	414,34	14	B
Testigo	441,09	9	B
PGPR	466,37	12	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

4 - Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso conos/parcela	58	0,16	0,10	80,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35259,52	4	8814,88	2,52	0,0520
Tratamiento	35259,52	4	8814,88	2,52	0,0520
Error	185492,38	53	3499,86		
Total	220751,89	57			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=49,52260

Error: 3499,8562 gl: 53

Tratamiento	Medias	n	
Azospirillum	30,91	11	A
Bs	62,70	12	A B
Pseudomonas	79,71	14	B
PGPR	96,75	12	B
Testigo	101,16	9	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

5 -Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso hojas+tallos/pa	58	0,17	0,11	35,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	143600,63	4	35900,16	2,76	0,0368
Tratamiento	143600,63	4	35900,16	2,76	0,0368
Error	688477,33	53	12990,14		
Total	832077,96	57			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=95,40809

Error: 12990,1384 gl: 53

Tratamiento	Medias	n	
Azospirillum	224,93	11	A
Pseudomonas	334,63	14	B
Testigo	339,93	9	B
Bs	347,83	12	B
PGPR	369,62	12	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

C:\Users\Andrea\Documents\Varios\ln5.IDB2: 20/03/2012 - 14:19:00

6 -Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso hojas+tallos/pl	58	0,17	0,11	37,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21370,14	4	5342,54	2,79	0,0357
Tratamiento	21370,14	4	5342,54	2,79	0,0357
Error	101666,39	53	1918,23		
Total	123036,54	57			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=36,66309

Error: 1918,2338 gl: 53

Tratamiento	Medias	n	
Azospirillum	86,10	11	A
Pseudomonas	109,92	14	A
Testigo	113,66	9	A B
Bs	122,46	12	A B
PGPR	145,54	12	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)